

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MÁRCIA VALÉRIA RODRIGUES FERREIRA

ANATOME:

ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA MODELADOS PARA TODOS

CURITIBA

2019

MÁRCIA VALÉRIA RODRIGUES FERREIRA

ANATOME:

ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA MODELADOS PARA TODOS

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Ciência da Computação no Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Paraná.

Área de concentração: Ciência da Computação

Orientador: Laura Sánchez Garcia

Co-orientador: André Luiz Pires Guedes

CURITIBA
2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE – SIBI/UFPR

F383a Ferreira, Márcia Valéria Rodrigues

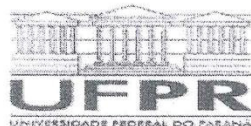
Anatome: ensino e aprendizagem de anatomia modelados para todos
/ Márcia Valéria Rodrigues Ferreira. Curitiba, 2019.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Informática, setor
de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Paraná
Orientador: Laura Sánchez Garcia
Co-orientador: André Luiz Pires Guedes

1. Tecnologia educacional. 2. Acessibilidade. I. Garcia, Laura Sánchez.
II. Guedes, André Luiz Pires. I. Título.

CDD 372.7

Bibliotecária: Vilma Machado CRB9/1563



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA -
40001016034P5

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em INFORMÁTICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **MARCIA VALERIA RODRIGUES FERREIRA** intitulada: **ANATOME: Ensino e Aprendizagem de Anatomia Modelados para Todos**, sob orientação da Profa. Dra. LAURA SANCHEZ GARCIA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 27 de Setembro de 2019.

LAURA SANCHEZ GARCIA
Presidente da Banca Examinadora

ANDRÉA POLETTI SONZA
Avaliador Externo (INSTIT. FEDERAL DE EDUC., CIÊNC. E TECNOL. DO RIO GRANDE DO SUL)

ROBERTO PEREIRA
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

ANDRÉ LUIZ PIRES GUEDES
Coordenador (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

MARIA FERNANDA PIOLI TORRES
Avaliador Externo (DEPTO DE ANATOMIA - UFPR)

ANDREY RICARDO PIMENTEL
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



Dedico esse trabalho às pessoas com alguma deficiência ou necessidade específica, as quais este trabalho pode favorecer a autonomia em sua aprendizagem.

AGRADECIMENTO

Agradeço à minha família, pelo amor, apoio e torcida, especialmente à minha mãe, Marly, a nossa pequena grande guerreira.

Ao meu amor, Luciano, pelo apoio, paciência e ajuda com os documentos e gráficos da tese. À minha amada filha, Margarida, que iluminou ainda mais a minha existência. Vocês hoje fazem parte de mim.

À Profa. Dra. Laura Sánchez García, minha orientadora, amiga, mãe acadêmica e de coração, pelo apoio e cuidado, principalmente durante a gestação e preparação para o parto, nesse período tão lindo e delicado na vida de uma mulher. Agradeço também ao Prof. Dr. André Luiz Pires Guedes, meu co-orientador, pelo apoio e prontidão de sempre. Obrigada por me ajudar a manter a sanidade durante todo o processo do doutorado. Essa orientação conjunta foi brilhante para alcançarmos resultados tão satisfatórios para esta pesquisa. Vocês foram mais que orientadores acadêmicos, foram também amigos, pais, conselheiros.

À Profa. Dra. Djanira Aparecida da Luz Veronez e à Profa. Dra. Celia Regina Alves de Araújo Sandrini, pela parceria e por compartilhar comigo os saberes da prática do ensino de Anatomia. Sem a parceria de vocês, os resultados deste trabalho não alcançariam os usuários com a satisfação aferida nas avaliações. Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo de Araujo, pelas contribuições na construção dos primeiros protótipos elaborados durante a pesquisa. Ao Ermelindo Paulo Breviglieri Schultz, que prontamente se disponibilizou a integrar a equipe deste projeto para colaborar nas avaliações dos protótipos dos sistemas prova de conceito.

À Profa. Dra. Andréa Poletto Sonza, ao Prof. Dr. Roberto Pereira e à Profa. Dra. Maria Fernanda Pioli Torres, por terem participado da banca de qualificação e cujas sugestões ajudaram a redirecionar a execução de projeto para obter resultados com maior relevância científica e social. À Profa. Dra. Andréa Poletto Sonza, ao Prof. Dr. Roberto Pereira, à Profa. Dra. Maria Fernanda Pioli Torres, e ao Prof. Dr. Andrey Ricardo Pimentel, pela participação na banca de defesa desta tese e pelas sugestões de melhoria para este documento.

Aos participantes voluntários que nos ajudaram nas fases de design, avaliação dos modelos e requisitos, e de avaliação dos protótipos dos sistemas prova de conceito. A participação de vocês dá sentido a este trabalho!

Ao Departamento de Anatomia da UFPR e ao Departamento de Informática da UFPR, por nos permitir utilizar seus laboratórios para realizar as atividades com participantes voluntários. Ao Departamento de Anatomia da UFPR e ao IFPR Campus Curitiba por ceder as peças anatômicas para estudo e utilização em várias fases desta pesquisa.

Ao grupo de pesquisa Design de Interação para a Inclusão e o Desenvolvimento Social, por proporcionar um ambiente colaborativo que facilita a colaboração em diferentes projetos e a troca de saberes entre seus integrantes. Em especial, agradeço o professor Roberto pelos bate-papos que sempre nos levam a refletir para melhorar nossas pesquisas, e ao Ermelindo, pela parceria já descrita. Também, aos que participaram da avaliação da proposta deste trabalho, muito obrigada por me ajudar a deixar os modelos e requisitos desta tese mais adequados e claros para os desenvolvedores de sistemas.

Ao CEFET-MG – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – por me conceder licença e ajuda de custo para minha estadia em Curitiba para concluir o doutorado.

Aos funcionários do Departamento de Informática, sempre atenciosos dispostos a ajudar.

À Isabella, Fernanda, Géssica, Cecília, Ana Clara, José Henrique e Luciano, que leram projeto de tese, artigo ou esta tese, ou parte de algum destes documentos à procura de erros a serem corrigidos para a melhoria do texto. À Deize, Thiago e Lucas, que corrigiram todas as traduções para o Inglês, e ao Jeffrey e Michele, que os ajudaram algumas vezes. Ao Zé Geraldo, Matilde, Maria e meus familiares que cuidaram da Margarida em vários momentos para eu escrever este texto.

Aos amigos da Casa 4, do IFPR, do Grupo de pesquisa, do Hashi, das disciplinas, do bairro, enfim, todos com quem compartilhei momentos felizes e difíceis nesse período. São tantas as pessoas queridas que gastaria muito espaço citando cada nome. Cada um de vocês sabe o quanto são especiais e o quanto contribuíram para eu concluir essa caminhada.

E à Deus, por me permitir concluir mais essa importante etapa para o meu crescimento profissional e pessoal.

Para as pessoas sem deficiência, a tecnologia torna as coisas mais fáceis.

Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis.

(RADABAUGH, 1993).

RESUMO

Estudantes de Anatomia com deficiência ou necessidades específicas dependem do auxílio de outras pessoas para estudar devido à falta de acessibilidade dos materiais e conteúdos disponíveis. O objetivo desta tese foi identificar e modelar tecnologias para favorecer a autonomia desses estudantes na aprendizagem de Anatomia, usando as mesmas tecnologias que os demais estudantes. Assim, este documento apresenta modelos e requisitos elaborados para orientar o desenvolvimento de sistemas interativos acessíveis para apoiar o ensino e a aprendizagem da disciplina. Para a elaboração dos modelos e requisitos, foram realizadas a investigação contextual em aulas de Anatomia e a análise dos princípios e recomendações do Desenho Universal da Aprendizagem (*Universal Design for Learning: UDL*). Foram modelados: o Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia; o Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia apoiado por tecnologias interativas acessíveis e a Arquitetura Anatome, que integra as tecnologias identificadas para ensino e aprendizagem da disciplina. As tecnologias identificadas são: o Roteiro de aprendizagem com o conteúdo de Anatomia a ser aprendido pelo estudante (*Anatome Learning Script: A-LS*); um sistema de autoria para os professores elaborarem as A-LSs com conteúdo personalizado (*Anatome Authoring Tool: Anatome-AT*); e um sistema para apoiar os estudantes no estudo e no treinamento de Anatomia usando os A-LSs (Anatome). Foram especificados a estrutura de dados do A-LS e os componentes do Anatome-AT, do Anatome e do repositório compartilhado por eles. Foram elucidados os requisitos de cada um dos dois sistemas. A avaliação dos modelos e requisitos foi realizada com a participação de especialistas em TI, e de professores e estudantes com diferentes necessidades específicas, obtendo 100% de respostas positivas para a questão relacionada à autonomia dos estudantes. Como prova de conceito, foi elaborado um protótipo de cada sistema proposto para apoiar o ensino e a aprendizagem de identificação anatômica por pessoas cegas, com baixa visão ou sem deficiência. Um sistema web foi o protótipo do Anatome-AT implementado para elaboração de conteúdos pelos professores; e uma aplicação móvel foi o protótipo do Anatome para apoiar o estudo e o treinamento dos estudantes. O resultado da avaliação dos protótipos foi positivo e sugeriu melhorias em trabalhos futuros. Os protótipos implementados já podem apoiar a aprendizagem dos estudantes com baixa visão, cegos e sem deficiência, e, com a continuidade da pesquisa, podem favorecer a autonomia de estudantes com outras deficiências ou necessidades específicas, com a implementação de módulos focados na acessibilidade dos outros grupos de usuários.

Palavras-chave: Anatomia. Identificação anatômica. Tecnologia educacional.

Acessibilidade. Educação. Treinamento. Tecnologia Assistiva.

ABSTRACT

Anatomy students with disabilities or specific needs depend on the help of other people to study when available materials are not accessible to them. The objective of this thesis was to identify and to model technologies to support the autonomy of these students in the learning of Anatomy, using the same technologies as the other students. Thus, this document presents models and requirements designed to guide the development of accessible interactive systems to support the teaching and the learning of the discipline. In order to elaborate the models and requirements, contextual research was carried out in Anatomy classes and in the analysis of the principles and recommendations of Universal Design for Learning (UDL). The developed models comprise: the Anatomy teaching and learning process; the Anatomy teaching and learning process supported by accessible interactive technologies and the Anatome Architecture, which integrates the technologies identified for teaching and learning of the discipline. The technologies identified are: the learning script with Anatomy content to be learned by the student (Anatome Learning Script: A-LS); an authoring system for teachers to prepare A-LSs with personalized content (Anatome Authoring Tool: Anatome-AT); and a system to support students in the study and training of Anatomy using A-LSs (Anatome). It was specified the data structure of the A-LS as well as the components of the Anatome-AT, Anatome and the repository shared by them. The requirements of each of the two systems were defined. The assessment of models and requirements was carried out with the participation of IT specialists, teachers and students with different specific needs, obtaining 100% positive responses to the question related to student autonomy. As a proof of concept, a prototype of each proposed system was developed to support the teaching and learning of anatomical identification by blind people, people with low vision or people without disabilities. A web system was the prototype of Anatome-AT implemented for the elaboration of contents by teachers; and the Anatome prototype to support students in the studying and training of Anatomical identification was a mobile application. The result of the evaluation of the prototypes was positive and suggested improvements in future works. The implemented prototypes can already support the learning of students with low vision, blind and without disabilities, and, with the continuity of the research, they can also help the autonomy of students with other disabilities or specific needs, by the implementation of modules focused on the accessibility of these other user groups.

Key words: Anatomy. Anatomical identification. Educational technology. Accessibility. Education. Training. Assistive technology.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - UDL GUIDELINES 2.0 EM PORTUGUÊS	29
FIGURA 2 - PASSOS METODOLÓGICOS REALIZADOS NA PESQUISA.....	35
FIGURA 3 - EXEMPLO DE PEÇAS QUE PODERIAM SER USADAS PARA A AULA PRÁTICA DA DISCIPLINA ANATOMIA ODONTOLÓGICA I, COM OS MÚSCULOS DA CABEÇA E DO PESCOÇO SETADAS.	49
FIGURA 4 - <i>STORYBOARD</i> REPRESENTANDO OS PRINCIPAIS ATORES E ATIVIDADES DO CONTEXTO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA.	51
FIGURA 5 - EXEMPLO DE SETAS NUMERADAS UTILIZADAS PARA IDENTIFICAR A LOCALIZAÇÃO DAS PARTES ANATÔMICAS A SEREM IDENTIFICADAS PELOS ESTUDANTES.	53
FIGURA 6 - PEÇAS SETADAS PARA AULAS E AVALIAÇÕES PRÁTICAS DE ANATOMIA	54
FIGURA 7 - EXEMPLO DE CARACTERÍSTICAS DAS PEÇAS ANATÔMICAS	55
FIGURA 8 - PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA.....	61
FIGURA 9 - PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA APOIADO POR TECNOLOGIAS INTERATIVAS ACESSÍVEIS.....	64
FIGURA 10 - EXEMPLO DE A-LS COM ELEMENTOS DO CONTEXTO: ROTEIRO DIGITAL, COM OS NÚMEROS REFERENTES AOS IDS DE LOCALIZAÇÃO DIGITAL DE CADA PARTE ANATÔMICA (A); PEÇA SELECIONADA PARA REFERÊNCIA DE LOCALIZAÇÃO, COM AS PARTES ANATÔMICAS COM OS RESPECTIVOS IDS LOCAL (B). ...	66
FIGURA 11 - EXEMPLOS DE PEÇAS ANATÔMICAS COM DIFERENTES IDENTIFICADORES DE LOCALIZAÇÃO DE PARTES ANATÔMICAS	67
FIGURA 12 - EXEMPLO DE PEÇAS DE CRÂNIO COM A CONCHA NASAL INFERIOR COM ID LOCAL DE SETAS COM ALFINETE EM PEÇA NATURAL SEM CORTE (A), EM PEÇA SINTÉTICA COM CORTE SAGITAL MEDIANO (B) E EM PEÇA NATURAL COM CORTE SAGITAL MEDIANO (C).	71

FIGURA 13 - OSSÍCULOS DA ORELHA EM TAMANHO REAL (A) E ORELHA AMPLIADO (B) E EM PEÇA NATURAL COM CORTE SAGITAL MEDIANO (C).	72
FIGURA 14 - ARQUITETURA INTEGRADA DAS TECNOLOGIAS.	74
FIGURA 15 - EXEMPLO DE CONTEÚDO E ESTRUTURA DE DADOS DO ROTEIRO DIGITAL E DO ROTEIRO DE APRENDIZAGEM ANATOME (A-LS)...77	
FIGURA 16 - ATIVIDADES CRIAR ROTEIRO DIGITAL (a) E CRIAR PEÇA GENÉRICA PARA IDENTIFICAÇÃO ANATÔMICA (b).....	80
FIGURA 17 - ATIVIDADES DE MAPEAMENTO DAS PARTES ANATÔMICAS DO ROTEIRO À LOCALIZAÇÃO DELAS NAS PEÇAS PARA CRIAR UM A-LS.....	83
FIGURA 18 - A-LS EXEMPLO.....	86
FIGURA 19 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE ESTUDO COM CONHECIMENTO PRÁTICO (A) E CONHECIMENTO TEÓRICO (B) NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO->CONTEÚDO.	87
FIGURA 20 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE ESTUDO COM CONHECIMENTO PRÁTICO (A) E CONHECIMENTO TEÓRICO (B) NO SENTIDO CONTEÚDO -> LOCALIZAÇÃO.	89
FIGURA 21 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE TREINAMENTO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO->CONTEÚDO.....	91
FIGURA 22 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE TREINAMENTO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO->CONTEÚDO.	93
FIGURA 23 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE TREINAMENTO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO CONTEÚDO->LOCALIZAÇÃO.....	95
FIGURA 24 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE TREINAMENTO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO CONTEÚDO-LOCALIZAÇÃO.	96
FIGURA 25 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE AVALIAÇÃO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO->CONTEÚDO.....	99
FIGURA 26 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE AVALIAÇÃO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO->CONTEÚDO.	100
FIGURA 27 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE AVALIAÇÃO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO CONTEÚDO->LOCALIZAÇÃO.....	102
FIGURA 28 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE AVALIAÇÃO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO CONTEÚDO->LOCALIZAÇÃO.	104

FIGURA 29 - UDL GUIDELINES 2.0 EM PORTUGUÊS.	110
FIGURA 30 - PASSOS METODOLÓGICOS NOS QUAIS OS REQUISITOS FORAM ELUCIDADADOS.....	111
FIGURA 31 - TELA INICIAL DA FERRAMENTA DE AUTORIA ANATOME-AT	126
FIGURA 32 - INSERIR CONHECIMENTOS DO ROTEIRO DIGITAL	127
FIGURA 33 - SELECIONAR PEÇAS (CONTEÚDO DIGITAL) E SELECIONAR NOME DAS PARTES ANATÔMICAS	128
FIGURA 34 - SELECIONAR CONHECIMENTOS TEÓRICOS ASSOCIADOS ÀS PARTES.....	129
FIGURA 35 - INSERIR CONHECIMENTOS DA PEÇA GENÉRICA	130
FIGURA 36 - INCLUIR NOME DAS PARTES ANATÔMICAS.....	131
FIGURA 37 - INCLUIR CONHECIMENTOS TEÓRICOS ASSOCIADOS ÀS PARTES	132
FIGURA 38 - SELECIONAR ROTEIRO DIGITAL E INSERIR CONHECIMENTOS DO ROTEIRO DE APRENDIZAGEM ANATOME.....	133
FIGURA 39 - SELECIONAR PEÇAS PARA REFERÊNCIA DE LOCALIZAÇÃO	134
FIGURA 40 - ASSOCIAR NOME <-> LOCALIZAÇÃO DAS PARTES ANATÔMICAS	135
FIGURA 41 - INSERIR INFORMAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO REFERENCIADA	136
FIGURA 42 - TELA INICIAL DO ANATOME: SELEÇÃO DE ROTEIRO DE APRENDIZAGEM ANATOME	137
FIGURA 43 - CONFIGURAÇÕES DO ANATOME	138
FIGURA 44 - INTERFACE DE ACORDO COM O TIPO DE ENTRADA HABILITADA NAS CONFIGURAÇÕES	139
FIGURA 45 - INFORMAÇÕES ADICIONAIS.....	140
FIGURA 46 - SELEÇÃO DO TIPO DE INTERAÇÃO NO ANATOME	141
FIGURA 47 - ESTUDO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO – CONTEÚDO.....	142
FIGURA 48 - ESTUDO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO – CONTEÚDO.....	143
FIGURA 49 - ESTUDO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO CONTEÚDO -> LOCALIZAÇÃO	145
FIGURA 50 - ESTUDO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO CONTEÚDO -> LOCALIZAÇÃO	146

FIGURA 51 - TREINAMENTO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO - CONTEÚDO	148
FIGURA 52 - TREINAMENTO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO - CONTEÚDO	149
FIGURA 53 - TREINAMENTO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO CONTEÚDO -> LOCALIZAÇÃO	151
FIGURA 54 -TREINAMENTO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO CONTEÚDO – LOCALIZAÇÃO.....	152
FIGURA 55 - PEÇAS ANATÔMICAS E <i>SMARTPHONE</i> UTILIZADOS DURANTE A AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS PROVA DE CONCEITO.....	154
FIGURA 56 - PEÇA ESCÁPULA ANTES (ESQUERDA) E DEPOIS (DIREITA) DA TROCA DAS ETIQUETAS COM NÚMEROS MAIORES E EM NEGRITO.....	155
FIGURA 57 - ADEQUAÇÃO DO ANATOME PARA TREINAR A IDENTIFICAÇÃO ANATÔMICA REFERENTE ÀS UNIDADES DE ENSINO DE DISCIPLINAS DE ANATOMIA	165
FIGURA 58 - ADEQUAÇÃO DO ANATOME-AT PARA CRIAR CONTEÚDOS REFERENTES ÀS UNIDADES DE ENSINO DE DISCIPLINAS DE ANATOMIA	166
FIGURA 59 - ADEQUAÇÃO DO ANATOME PARA TREINAR A IDENTIFICAÇÃO ANATÔMICA EM DISCIPLINAS DE ANATOMIA NOS DIFERENTES CURSOS.....	166
FIGURA 60 - ADEQUAÇÃO DO ANATOME-AT PARA TREINAR A IDENTIFICAÇÃO ANATÔMICA EM DISCIPLINAS DE ANATOMIA NOS DIFERENTES CURSOS.....	167
FIGURA 61 - ADEQUAÇÃO DO ANATOME PARA FAVORECER A AUTONOMIA DOS ESTUDANTES PARA TREINAR A IDENTIFICAÇÃO ANATÔMICA.....	168
FIGURA 62 - ACESSIBILIDADE DO ANATOME PARA ESTUDANTES COM BAIXA VISÃO	169
FIGURA 63 - ACESSIBILIDADE DO ANATOME PARA ESTUDANTES CEGOS....	170
FIGURA 64 - ADEQUAÇÃO DO ANATOME-AT PARA CRIAR CONTEÚDOS ACESSÍVEIS ÀS PESSOAS CEGAS OU COM BAIXA VISÃO	170
FIGURA 65 - PERCEPÇÃO DE LIMITAÇÃO NA PROPOSTA DO ANATOME	171

FIGURA 66 - PERCEPÇÃO DE LIMITAÇÃO NA PROPOSTA DO ANATOME-AT..172

FIGURA 67 - PRIMEIRO PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA APOIO À
APRENDIZAGEM DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL E SEM
DEFICIÊNCIA174

FIGURA 68 - SEGUNDO PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA APOIO À
APRENDIZAGEM DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL E SEM
DEFICIÊNCIA175

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - PERFIL DOS PARTICIPANTES DO GRUPO DE FOCO NA FASE DE DESIGN.	38
QUADRO 2 - PERFIL DOS USUÁRIOS DO CONTEXTO QUE PARTICIPARAM DA AVALIAÇÃO DOS MODELOS E REQUISITOS PROPOSTOS	41
QUADRO 3 - COMPARATIVO DAS CARACTERÍSTICAS DE DISCIPLINAS ANATOMIA EM DOIS CURSOS DISTINTOS	46
QUADRO 4 - ROTEIRO DE AULA TEÓRICO-PRÁTICA DA DISCIPLINA ANÁTOMO-CINESIOLOGIA, DO CURSO TÉCNICO EM MASSOTERAPIA.	47
QUADRO 5 - ROTEIRO DE AULA PRÁTICA DA DISCIPLINA ODONTOLOGIA I, DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA.	48
QUADRO 6 - CENÁRIO DE PARTE DA AULA DA DISCIPLINA ANÁTOMO-CINESIOLOGIA SOBRE MÚSCULOS DA CABEÇA E DO PESCOÇO	48
QUADRO 7 - CENÁRIO DE PARTE DA AULA DA DISCIPLINA ANATOMIA ODONTOLÓGICA I SOBRE MÚSCULOS DA CABEÇA E DO PESCOÇO.	49
QUADRO 8 - REQUISITOS PARA A FERRAMENTA DE AUTORIA ANATOME-AT.	107
QUADRO 9 - REQUISITOS PARA O ANATOME.	108
QUADRO 10 - P3 - PROPORCIONAR MODOS MÚLTIPLOS DE AUTOENVOLVIMENTO (ENGAJAMENTO).	112
QUADRO 11 - COMPARATIVO DAS CARACTERÍSTICAS DOS MODELOS E REQUISITOS ELABORADOS E DAS SOLUÇÕES CORRELATAS.	124
QUADRO 12 - PASSOS PARA APRESENTAÇÃO DO ANATOME E DEMONSTRAÇÃO DE SUAS FUNCIONALIDADES PARA OS PARTICIPANTES DE TODOS OS GRUPOS.	156
QUADRO 13 - PERFIL DOS PROFESSORES QUE PARTICIPARAM DA AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS PROVA DE CONCEITO.	157
QUADRO 14 - PERFIL DOS ESTUDANTES SEM DEFICIÊNCIA QUE PARTICIPARAM DA AVALIAÇÃO DO ANATOME	159

QUADRO 15 - PERFIL DOS ESTUDANTES COM BAIXA VISÃO QUE PARTICIPARAM DA AVALIAÇÃO DO ANATOME	160
QUADRO 16 - PERFIL DOS ESTUDANTES CEGOS QUE PARTICIPARAM DA AVALIAÇÃO DO ANATOME	162
QUADRO 17 - ASPECTOS AVALIADOS POR GRUPO DE PARTICIPANTES.....	163

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RESPOSTAS DOS USUÁRIOS DO CONTEXTO	116
TABELA 2 - RESPOSTAS DOS ESPECIALISTAS EM TI	117
TABELA 3 - TOTAL DE RESPOSTAS DA AVALIAÇÃO	120
TABELA 4 - ANÁLISE DAS RESPOSTAS DA AVALIAÇÃO	120

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

A	- Autor
A-AT	- Sigla usada anteriormente para Ferramenta de Autoria Anatome (<i>Anatome Authoring Tool</i>)
A-LS	- Roteiro de Aprendizagem Anatome (<i>Anatome Learning Script</i>)
Anatome-AT	- Sigla usada atualmente para a Ferramenta de Autoria Anatome (<i>Anatome Authoring Tool</i>)
AT	- Prefixo do código de requisito da Ferramenta de Autoria
CEFET-MG	- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CP	- Ponto de verificação
E	- Estudante
G	- Recomendação
IFPR	- Instituto Federal do Paraná
Libras	- Língua Brasileira de Sinais
M	- Mídia (Texto, Áudio, Vídeo, Imagem)
NAPNE	- Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas
NFC	- <i>Near Field Communication</i> (Comunicação por campo de proximidade)
P	- Princípios
PR	- Prefixo do código de requisito do sistema Anatome
S	- Sistema
TCLE	- Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento
TI	- Tecnologia da Informação
UDL	- Desenho Universal da Aprendizagem (<i>Universal Design for Learning</i>)
UFPR	- Universidade Federal do Paraná

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	23
1.1.	OBJETIVOS	25
1.1.1.	Objetivos específicos.....	25
1.2.	DEFINIÇÕES.....	26
1.3.	FINANCIAMENTO	27
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	28
2.1.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
2.1.1.	<i>Universal Design for Learning</i> (UDL).....	28
2.1.2.	Deficiência visual	29
2.2.	APOIO AO ESTUDO E AO TREINAMENTO EM ANATOMIA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA OU NECESSIDADES ESPECÍFICAS	30
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1.	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	43
4.	MODELOS E REQUISITOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS INTERATIVAS ACESSÍVEIS PARA APOIAR O ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA.....	44
4.1.	O CONTEXTO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA	45
4.1.1.	Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia	60
4.2.	PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA APOIADO POR TECNOLOGIAS INTERATIVAS ACESSÍVEIS	63
4.2.1.	Partes anatômicas referenciadas	70
4.3.	ARQUITETURA ANATOME: ARQUITETURA INTEGRADA DAS TECNOLOGIAS MODELADAS	73
4.3.1.	Repositório compartilhado: os artefatos, o A-LS e logs do sistema.....	74
4.3.1.1.	Exemplo de artefatos para a identificação Anatômica	76
4.3.2.	Modelo de interação: o módulo pedagógico dos sistemas	79
4.3.2.1.	Exemplo de Modelo de interação da Ferramenta de Autoria Anatome-AT	79
4.3.2.2.	Exemplo de Modelo de interação do sistema Anatome.....	85
4.3.2.3.	Exemplo de Modelo de interação para apoiar as atividades de avaliação	97

4.3.3.	Tecnologia de processamento e E/S e Serviços: os módulos prover acessibilidade nos sistemas	105
4.4.	REQUISITOS DAS TECNOLOGIAS MODELADAS	106
4.5.	EXEMPLOS DE USO	113
4.6.	AVALIAÇÃO DOS MODELOS E REQUISITOS PROPOSTOS.....	115
4.7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE OS MODELOS E REQUISITOS DE SISTEMAS EDUCACIONAIS ACESSÍVEIS PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA.....	121
4.8.	CONTRIBUIÇÕES DESTA TESE.....	123
5.	APOIO AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE PESSOAS CEGAS, COM BAIXA-VISÃO E SEM DEFICIÊNCIA: SISTEMAS PROVA DE CONCEITO	125
5.1.	ANATOME-AT: SUPORTE AO PROFESSOR PARA A PREPARAÇÃO DO CONTEÚDO	125
5.2.	ANATOME + PEÇAS ANATÔMICAS FÍSICAS: SUPORTE À APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES CEGOS, COM BAIXA VISÃO E SEM DEFICIÊNCIA	136
5.2.1.	Atividades de Estudo.....	141
5.2.2.	Atividades de Treinamento	147
5.3.	AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS PROVA DE CONCEITO	153
5.3.1.	Condução do experimento com a participação dos professores	156
5.3.2.	Condução do experimento com a participação dos estudantes sem deficiência.....	159
5.3.3.	Condução do experimento com a participação dos estudantes com baixa visão	160
5.3.4.	Condução do experimento com a participação dos estudantes cegos	161
5.3.5.	Resultados da avaliação dos sistemas prova de conceito	163
5.3.5.1.	A proposta cobre os conteúdos das disciplinas Anatomia?.....	164
5.3.5.2.	A proposta favorece a autonomia dos estudantes para treinar a identificação anatômica?	167
5.3.5.3.	Os protótipos proveem acessibilidade a estudantes cegos ou com baixa visão?	168
5.3.5.4.	Limitações da proposta	171

5.3.5.5.	Impressão geral sobre o projeto	172
5.4.	OUTROS PROTÓTIPOS IMPLEMENTADOS NO DECORRER DA PESQUISA	173
5.5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	175
5.6.	LIMITAÇÕES DOS PROTÓTIPOS IMPLEMENTADOS	177
5.7.	CÓDIGO FONTE DO PROJETO ANATOME	178
6.	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	179
	REFERÊNCIAS	182
	APÊNDICE 1 – ATIVIDADES PARA OS PARTICIPANTES DO GRUPO DE FOCO E PARA ORGANIZAÇÃO DO GRUPO DE FOCO PELOS PESQUISADORES	185
	APÊNDICE 2 – ROTEIRO DE ATIVIDADES E ENTREVISTA PARA AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS PROVA DE CONCEITO	189

1. INTRODUÇÃO

As pessoas com deficiência ou necessidades específicas dependem de outras pessoas para a aprendizagem de Anatomia quando os materiais e conteúdos¹ disponíveis não são acessíveis. A identificação inicial desse problema ocorreu quando a proponente desta pesquisa era coordenadora do Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas (NAPNE²) do Instituto Federal do Paraná (IFPR), Campus Curitiba.

Uma demanda real foi a motivação para este projeto. Um aluno cego e duas alunas com baixa visão cursavam o curso de Técnico de Massoterapia. As professoras de Anatomia buscavam alternativas para melhorar as condições de aprendizagem desses alunos. Durante as aulas, elas guiavam as mãos deles pelas peças simultaneamente à explicação. No entanto, eles dependiam do apoio de pessoas videntes para o estudo e o treinamento fora do horário das aulas, já que os materiais ou conteúdos de apoio disponíveis eram todos baseados no reconhecimento visual.

Desta forma, como coordenadora do NAPNE, a proponente desta pesquisa buscou alternativas para promover a autonomia destes estudantes para a aprendizagem de Anatomia em horários extraclasse. Inicialmente o projeto era voltado para acessibilidade a pessoas com deficiência visual e sem deficiência. Porém, como as questões de acessibilidade perpassam por todas as deficiências, foi sugerido pelos membros da banca de qualificação que o trabalho abrangesse todas as deficiências. A sugestão foi acatada pela equipe do projeto por estar em conformidade a acessibilidade no contexto de Interação Humano-Computador (STEPHANIDIS, 2012), em que todos os estudantes utilizam as mesmas tecnologias, sem segregação, selecionando os recursos mais adequados para a sua necessidade, em uma perspectiva de educação inclusiva (IDDC, 1998).

¹ No contexto deste trabalho, quando “materiais e conteúdos” forem utilizados juntos, materiais referem-se a materiais físicos, como livros impressos, apostilas impressas, peças anatômicas naturais, peças anatômicas sintéticas, entre outros; e conteúdos referem-se a conteúdos digitais, como livros digitais, apostilas digitais, imagens de peças anatômicas, peças anatômicas tridimensionais digitais, entre outros.

² O NAPNE é responsável por levantar as demandas de atendimento aos alunos com necessidades educacionais específicas e dar suporte às adequações para o atendimento desses estudantes. O objetivo do Núcleo é promover a inclusão, de forma a oferecer ensino e aprendizagem de qualidade também para os estudantes com alguma deficiência.

A aprendizagem em um domínio ocorre por meio de estudo da teoria, para aquisição do conhecimento declarativo, e por meio de treinamento, para procedimentalização desse conhecimento (ANDERSON, 1982). As profissões nas quais os estudantes de Anatomia vão atuar necessitam de profissionais capazes de identificar rapidamente a localização das estruturas, regiões e acidentes anatômicos (procedimentalização).

Para deixar mais claros estes conceitos, pode-se fazer analogia com a atividade de dirigir. Quando se está aprendendo a dirigir, primeiro, são estudados os sinais e as regras de trânsito, compreende-se para que servem e quando utilizar cada pedal, a marcha e outros itens do automóvel (teoria). Depois, inicia-se o treinamento, para que esse conhecimento seja utilizado na prática, para que ele seja procedimentalizado. No início, o aprendiz de motorista foca sua atenção a cada ação a ser realizada. Com o passar do tempo, ele passa a realizar esta tarefa de forma procedimentalizada (automática), após repetir essa atividade uma grande quantidade de vezes (treinamento).

A disciplina Anatomia tem peculiaridades diferentes determinadas pelos cursos nos quais ela é oferecida. A seção 4.1 apresenta essas características. Portanto, é essencial que as tecnologias permitam a personalização dos materiais de apoio à aprendizagem em cada uma delas, especificando os conteúdos a serem estudados e treinados pelos estudantes.

Os recursos acessíveis para apoiar a aprendizagem de Anatomia ou são acessíveis às pessoas com uma característica específica, não sendo acessíveis às pessoas com outras características, ou abordam conteúdos predefinidos (ESCUREDO et al., 2015; MÉNDEZ et al., 2016; RIBEIRO, 2010; SAENZ et al., 2015), não permitindo a elaboração personalizada dos conteúdos de acordo com a particularidade da disciplina Anatomia nos diferentes cursos (ANATOMAGE, 2017; ESCUREDO et al., 2015; MÉNDEZ et al., 2016; RIBEIRO, 2010; SAENZ et al., 2015). Outra limitação identificada foi a falta de tecnologias acessíveis que apoiem o treinamento de habilidade em Anatomia, para procedimentalizar a identificação da localização das estruturas, regiões e acidentes anatômicos. Portanto, este trabalho apresenta um conjunto de modelos e requisitos para dar suporte ao desenvolvimento de tecnologias educacionais acessíveis de apoio ao estudo e ao treinamento em Anatomia que atenda às particularidades da disciplina nos diferentes cursos.

As modelagens foram realizadas com foco na identificação anatômica, uma vez que a falta de acessibilidade identificada está relacionada principalmente à identificação da localização das estruturas, regiões e acidentes anatômicos. A especificação dos modelos e o levantamento dos requisitos foram realizados com base na Investigação Contextual em aulas de Anatomia, técnicas de design participativo e na análise dos princípios do *Universal Design for Learning* (UDL).

Os modelos de processo e os requisitos aqui descritos visam nortear o desenvolvimento de tecnologias para a) apoiar o estudo e o treinamento de Anatomia de forma autônoma pelos estudantes, por meio de peças anatômicas interativas acessíveis, e b) dar suporte à elaboração de conteúdos personalizáveis pelos professores de acordo com as necessidades específicas dos estudantes e as particularidades das disciplinas de Anatomia nos diferentes cursos.

O restante do texto está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta os trabalhos correlatos e a fundamentação teórica; o Capítulo 3 descreve os materiais e os métodos utilizados no projeto; o Capítulo 4 apresenta os modelos e requisitos propostos; o Capítulo 5 descreve o protótipo das tecnologias para apoiar o ensino e a aprendizagem de Anatomia para pessoas com deficiência visual e sem deficiência. Por fim, o Capítulo 6 traz as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

1.1. OBJETIVOS

O objetivo principal desta tese foi identificar e modelar tecnologias acessíveis para apoiar aprendizagem autônoma de Anatomia por pessoas com deficiência ou com necessidades educacionais específicas.

1.1.1. Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste projeto foram:

- Entender o contexto de ensino e aprendizagem de Anatomia;
- Identificar e modelar as tecnologias necessárias para apoiar a aprendizagem autônoma dos estudantes, principalmente em horários extraclasse;
- Identificar e modelar as tecnologias que atendessem as peculiaridades da disciplina Anatomia nos diferentes cursos;
- Identificar e especificar os requisitos das tecnologias identificadas;

- Avaliar os modelos e requisitos das tecnologias com a participação do público-alvo e de especialistas em TI;
- Implementar protótipos das tecnologias modeladas, que fossem acessíveis às pessoas com deficiência visual e pessoas sem deficiência, utilizando tecnologias livres e de baixo custo como prova de conceito.

1.2. DEFINIÇÕES

Este trabalho pode interessar a profissionais de diferentes áreas. Assim, para facilitar sua compreensão, esta seção descreve o significado de alguns termos de Anatomia e algumas tecnologias citadas ao longo do texto:

- **Parte anatômica:** região, estrutura ou acidente anatômico que deve ser identificado nas peças anatômicas.
- **Conteúdo prático:** nome de uma parte anatômica.
- **Conteúdo teórico:** conjunto de conhecimentos teóricos associado a um nome da parte anatômica.
- **Setar:** posicionar um identificador de localização em uma parte da peça anatômica.
- **Identificação anatômica:** processo de mapeamento entre o nome de uma parte anatômica e sua localização na peça.
- **Identificação no sentido Conteúdo -> Localização:** a partir do nome ou de conhecimento teórico de uma parte anatômica, identificar a localização desta parte na peça.
- **Identificação no sentido Localização -> Conteúdo:** a partir da localização de uma parte setada na peça, identificar o nome ou conhecimentos teóricos associados.
- **NFC:** *Near Field Communication*, ou Comunicação por campo de proximidade, tecnologia que permite a transmissão de dados entre dois dispositivos próximos. Exemplos de TAGs NFC: cartão usado para pagamento de transporte coletivo, cartão funcional para controle de ponto eletrônico, chave para abrir ou fechar porta do carro por proximidade, etiquetas de produtos à venda em sistemas de autoatendimento entre outros.

1.3. FINANCIAMENTO

Este estudo foi financiado em parte pelo Programa Institucional de Apoio a Capacitação de Servidores do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo são abordados os antecedentes científicos desta pesquisa. Será apresentada a Fundamentação Teórica, na qual são definidos os conceitos importantes para a compreensão deste projeto. Na sequência, é apresentado o estado da arte sobre o apoio ao ensino e a aprendizagem de Anatomia para pessoas com deficiência ou necessidades específicas.

2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1.1. *Universal Design for Learning (UDL)*

O UDL (*Universal Design for Learning*), ou Desenho Universal da Aprendizagem, é um framework para melhorar e otimizar o ensino e a aprendizagem para todas as pessoas, com base em informações científicas sobre como os humanos aprendem (MEYER; ROSE; GORDON, 2014). Ele foi elaborado com base em estudos da neurociência, considera três redes de aprendizagem (MEYER; ROSE; GORDON, 2014) e apresenta maneiras de colocar cada princípio em prática:

1. Redes de Reconhecimento: O "que" da aprendizagem
 - Reconhecimento: como organizamos e categorizamos as informações que vemos, ouvimos e lemos. Identificar letras, palavras ou frases são tarefas de reconhecimento.
 - **Princípio 1:** Proporcionar Modos Múltiplos de Apresentação.
 - A página referente ao princípio 1, apresenta mais maneiras de fornecer Múltiplos Meios de Representação:
<http://www.udlcenter.org/aboutudl/udlguidelines/principle1>
2. A Redes Estratégicas: O "como" da aprendizagem
 - Planejamento e execução: como organizamos e expressamos nossas ideias. Escrever um ensaio ou resolver um problema de matemática são tarefas estratégicas.
 - **Princípio 2:** Proporcionar Modos Múltiplos de Ação e Expressão
 - A página referente ao princípio 2, apresenta mais maneiras de fornecer Múltiplos Meios de Ação e Expressão:
<http://www.udlcenter.org/aboutudl/udlguidelines/principle2>

3. Redes Afetivas: O "porquê" da aprendizagem

- Engajamento: Como os alunos se envolvem e ficam motivados. Como eles são desafiados, animados ou interessados. Estas são dimensões afetivas.
- **Princípio 3:** Proporcionar Modos Múltiplos de autoenvolvimento (Engajamento).
- A página referente ao princípio 3, apresenta mais maneiras de fornecer Múltiplos Meios de Engajamento:

<http://www.udlcenter.org/aboutudl/udlguidelines/principle3>

Os autores do UDL organizaram seus componentes de forma gráfica em um *Guideline* para facilitar sua utilização, sendo a tradução para o Português (CAST, 2011) apresentada na FIGURA 1.

FIGURA 1 - UDL GUIDELINES 2.0 EM PORTUGUÊS

I. Proporcionar Modos Múltiplos de Apresentação	II. Proporcionar Modos Múltiplos de Ação e Expressão	III. Proporcionar Modos Múltiplos de Autoenvolvimento (Engagement)
<p>1: Proporcionar opções para a percepção</p> <p>1.1 Oferecer meios de personalização na apresentação da informação</p> <p>1.2 Oferecer alternativas à informação auditiva</p> <p>1.3 Oferecer alternativas à informação visual</p>	<p>4: Proporcionar opções para a atividade física</p> <p>4.1 Diversificar os métodos de resposta e o percurso</p> <p>4.2 Otimizar o acesso a instrumentos e tecnologias de apoio</p>	<p>7: Proporcionar opções para incentivar o interesse</p> <p>7.1 Otimizar a escolha individual e a autonomia</p> <p>7.2 Otimizar a relevância, o valor e a autenticidade</p> <p>7.3 Minimizar a insegurança e a ansiedade</p>
<p>2: Oferecer opções para o uso da linguagem, expressões matemáticas e símbolos</p> <p>2.1 Esclarecer a terminologia e símbolos</p> <p>2.2 Esclarecer a sintaxe e a estrutura</p> <p>2.3 Apoiar a descodificação do texto, notações matemáticas e símbolos</p> <p>2.4 Promover a compreensão em diversas línguas</p> <p>2.5 Ilustrar com exemplos usando diferentes media</p>	<p>5: Oferecer opções para a expressão e a comunicação</p> <p>5.1 Usar meios mediáticos múltiplos para a comunicação</p> <p>5.2 Usar instrumentos múltiplos para a construção e composição</p> <p>5.3 Construir fluências com níveis graduais de apoio à prática e ao desempenho</p>	<p>8: Oferecer opções para o suporte ao esforço e à persistência</p> <p>8.1 Elevar a relevância das metas e objetivos</p> <p>8.2 Variar as exigências e os recursos para otimizar os desafios</p> <p>8.3 Promover a colaboração e o sentido de comunidade</p> <p>8.4 Elevar o reforço ao saber adquirido</p>
<p>3: Oferecer opções para a compreensão</p> <p>3.1 Ativar ou providenciar conhecimentos de base</p> <p>3.2 Evidenciar iterações (patterns), pontos essenciais, ideias principais e conexões</p> <p>3.3 Orientar o processamento da informação, a visualização e a manipulação</p> <p>3.4 Maximizar o transferir e o generalizar</p>	<p>6: Oferecer opções para as funções executivas</p> <p>6.1 Orientar o estabelecimento de metas adequadas</p> <p>6.2 Apoiar a planificação e estratégias de desenvolvimento</p> <p>6.3 Interceder na gerência da informação e dos recursos</p> <p>6.4 Potencializar a capacidade de monitorizar o progresso</p>	<p>9: Oferecer opções para a autorregulação</p> <p>9.1 Promover expectativas e antecipações que otimizem a motivação</p> <p>9.2 Facilitar a capacidade individual de superar dificuldades</p> <p>9.3 Desenvolver a autoavaliação e a reflexão</p>

FONTE: Adaptado de CAST (2011)

2.1.2. Deficiência visual

São considerados cegos aqueles que têm acuidade visual igual ou menor que 0,05 no melhor olho. São consideradas pessoas com baixa visão as que têm acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho; as que a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60° ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores (BRASIL, 2004). As definições apresentadas

referenciam à função acuidade visual, por meio da qual se percebe a forma e o contorno para a visão ao longe e ao perto, e a função campo visual, relacionada a toda a área que pode ser vista com a fixação do olhar (OMS, 2004).

É importante ressaltar que os valores são estabelecidos considerando a correção óptica. Isso significa que as pessoas que têm alguma deficiência visual que pode ser corrigida com o uso de lente de contato ou óculos não são consideradas pessoas com deficiência visual. Neste documento, para fazer referência tanto às pessoas cegas quanto às com baixa visão será utilizado o conceito pessoa com deficiência visual.

2.2. APOIO AO ESTUDO E AO TREINAMENTO EM ANATOMIA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA OU NECESSIDADES ESPECÍFICAS

Esta seção apresenta o estado da arte em relação ao apoio à aprendizagem de Anatomia. A análise dos trabalhos é realizada com base em dois aspectos principais: acessibilidade aos estudantes durante a interação para a aprendizagem e a possibilidade de personalização dos conteúdos pelos professores.

As buscas foram realizadas nas bases ACM *Digital Library*³, IEEE *Xplore Digital Library*⁴, Google acadêmico⁵. A *string* de busca foi elaborada de acordo com as limitações de cada biblioteca digital utilizando como base termos relevantes para este trabalho:

- ((*anatomy*) OR "*anatomical identification*") AND
- ("*authoring tool*" OR "*computer aided instruction*" OR (*educational* AND (*technology* OR *aid* OR *environment* OR *architecture* OR "*reference model*" OR *framework* OR *software*))) AND
- ((*accessible* OR *inclusive* OR "*universal access*" OR "*universal design*" OR "*universal design for learning*" OR "*special need*" OR *Blind* OR *Deaf*) OR "*assistive technology*" OR ("*disabled people*" OR (*people* AND ("*with disability*" OR *impaired*))) OR ((*disability* OR *impairment*) AND (*visual* OR *hearing* OR *motor* OR *learning* OR

³ <https://dl.acm.org/>

⁴ <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

⁵ <https://scholar.google.com/>

cognition)) OR (Blind OR Deaf OR “special need” OR vark) OR aging OR elderly OR illiteracy OR autistic))

Dos trabalhos encontrados, foram considerados os que tinham no título, resumo ou palavras-chave os termos “*anatomy*” ou “*anatomical*” que permitem a associação entre nome e localização da parte anatômica (identificação anatômica) e/ou que utilizam recursos para prover acessibilidade, mesmo que seja para um público específico. Também foram analisados os trabalhos correlatos citados pelos encontrados nas bases científicas. Além disso, foram considerados os trabalhos científicos, conteúdos, materiais e sistemas utilizados ou citados pelos alunos e professores do contexto durante a investigação contextual, mesmo aqueles cujas referências não são de publicações científicas.

Algumas tecnologias que apoiam a identificação anatômica apresentam peças 3D para manipulação pelo usuário usando interface gráfica. A ferramenta FlexAR permite ao aprendiz explorar a peça anatômica sintética, registra esta interação por meio de uma câmera e gera um modelo digital 3D da peça anatômica manipulada. O aprendiz, então, pode interagir com o sistema por meio de uma Interface Gráfica de Usuário para destacar e apresentar informações para cada parte do modelo digital 3D gerado individualmente (SAENZ, 2015). Outro grupo de pesquisadores apresentou um método para permitir que professores e alunos interajam com o modelo de músculo-esqueleto 3D do corpo humano (ESCUREDO et al., 2015). Embora o FlexAR explore o sentido do tato para o estudo da Anatomia, nenhuma dessas duas tecnologias são acessíveis aos cegos, pois exigem reconhecimento visual para seu uso. Mas, elas podem ser interessantes para ser utilizadas por pessoas que utilizam o computador com mouse controlado pelo movimento da cabeça ou dos olhos, como as pessoas tetraplégicas.

Outras tecnologias usam realidade virtual ou aumentada. Uma delas gera peça tridimensional dinâmica em um ambiente mobile a partir de uma imagem predefinida, de um atlas de Anatomia (MÉNDEZ et al., 2014). O PlayARHuman Anatomy APP permite explorar o corpo humano analisando diferentes sistemas corporais, possibilitando ver o nome de cada estrutura e inclui alguns vídeos instrutivos para mostrar a função dos órgãos e sistemas (MÉNDEZ et al., 2016). A *Anatomage Table* é uma mesa digital que permite a visualização e exploração de vários sistemas da anatomia apresentados tridimensionalmente, com diferentes níveis de ampliação, cortes em diferentes ângulos e conhecimentos teóricos associados

(ANATOMAGE, 2017). Essas tecnologias não são adequadas para pessoas que não consigam usar o *touchscreen*, como é o caso das pessoas tetraplégicas, e também não são acessíveis às pessoas cegas.

Outras soluções utilizam recursos táteis e áudio para a interação e são acessíveis aos cegos. Uma delas é "A célula ao alcance das mãos", uma coleção didática formada por: 1) peças anatômicas sintéticas, que reproduzem modelos anatômicos e biológicos; 2) um livro didático, com informações essenciais para a aprendizagem; 3) descrição de cada peça, em tinta e em braile; e 4) um áudio livro, que permite o ouvinte ficar com as mãos livres para a exploração tátil das partes anatômicas descritas (RIBEIRO, 2010). A outra utiliza uma caneta *Livescribe Pen* (LIVESCRIBE, 2013), que grava áudio, juntamente com peças anatômicas tridimensionais produzidas de materiais sintéticos para permitir que pessoas cegas tenham acesso ao conteúdo gravado em áudio pelo professor sobre cada parte anatômica (BLOSSER, 2012), gerando uma espécie de "peças anatômicas que falam". Essas tecnologias foram desenvolvidas para serem acessíveis às pessoas cegas, mas não são adequadas para serem utilizadas por pessoas que não conseguem manipular objetos diretamente, bem como não são acessíveis às pessoas surdas.

As tecnologias citadas até aqui apoiam o estudo, para aquisição do conhecimento declarativo. Não foram encontradas tecnologias acessíveis para apoiar o treinamento. O Netter Interativo⁶ e alguns jogos *online* (ANATOGAMES, 2008) apoiam o treinamento da habilidade em Anatomia, permitindo ao estudante verificar o que já assimilou do conteúdo, pois mostra o desempenho do estudante na atividade. No entanto, eles não são acessíveis às pessoas cegas, por exemplo.

Em relação às tecnologias encontradas, foram mencionados os exemplos óbvios de falta de acessibilidade. No entanto, os trabalhos que as descrevem não mencionam se são acessíveis também a pessoas com outras necessidades específicas, como pessoas com autismo, com altas habilidades ou com outras características.

Dentre todas as tecnologias encontradas, somente uma permite a personalização do conteúdo pelos professores (BLOSSER, 2012), nenhuma é projetada para permitir a entrada de conteúdos acessíveis às pessoas com diferentes

⁶ Sistema computacional disponibilizado para quem adquire o Atlas de Anatomia Humana do Netter.

necessidades específicas, e as que apoiam o treinamento não tem recursos de acessibilidade.

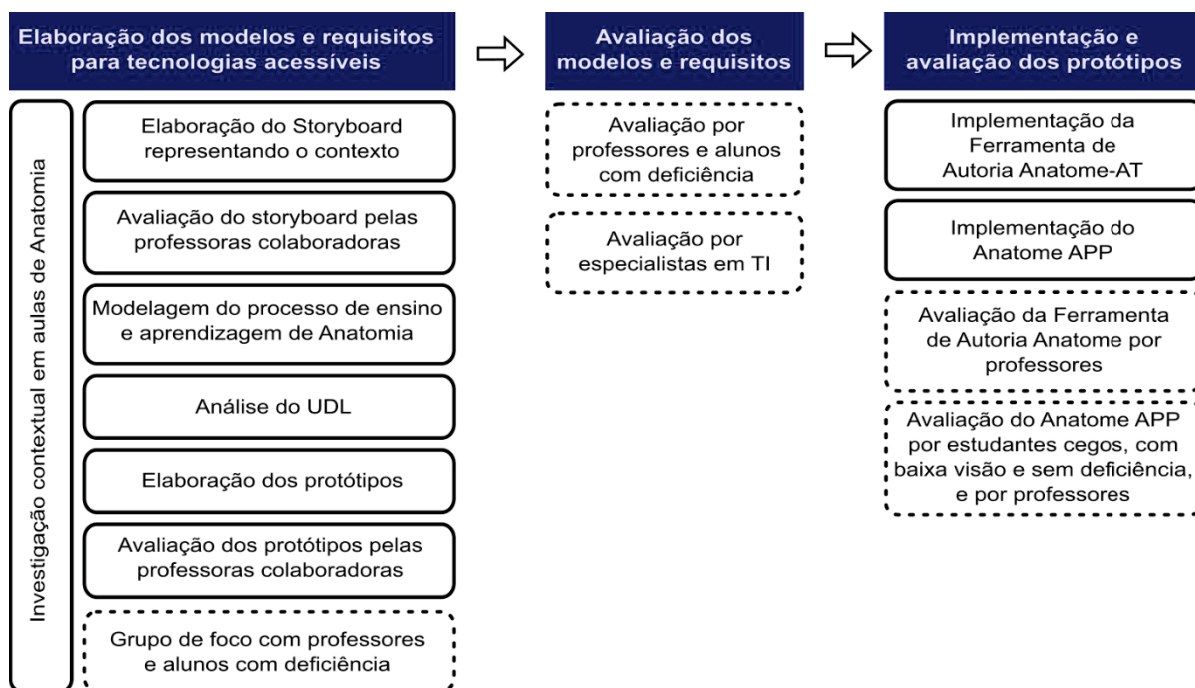
3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa aqui descrita tem caráter transdisciplinar. Portanto, a equipe deste projeto é composta por colaboradores de diferentes áreas do conhecimento: uma doutoranda e dois professores orientadores da área de Computação com conhecimento em Informática na Educação; duas professoras de Anatomia, uma que atua em curso técnico e uma que atua em cursos de graduação e pós-graduação; e um professor da área de Eletrônica. Na fase de avaliação dos sistemas para a prova de conceito, a equipe passou a contar com mais um colaborador da área de Computação com experiência em desenvolvimento de projetos de tecnologias sociais.

As atividades foram realizadas por uma pesquisadora de Computação com o apoio, supervisão e orientação dos diferentes pesquisadores. Os experimentos para a avaliação do protótipo dos sistemas prova de conceito foram realizados pela doutoranda ou pelo pesquisador que integrou a equipe na fase de avaliação, sendo a análise dos dados coletados nesta fase realizada por esses dois pesquisadores e revisadas pelos professores da área de Computação. A FIGURA 2 mostra o esquema contendo os passos metodológicos, sendo os representados por retângulos pontilhados aqueles que tiveram a participação de pessoas externas ao projeto.

O processo de Design Contextual (HOLTZBLATT; BEYER, 2014) contemplou a investigação contextual e a parceria com as professoras de Anatomia que integraram a equipe do projeto, com as quais foram realizadas atividades para compreensão dos detalhes do ambiente de ensino-aprendizagem de Anatomia. As atividades relacionadas às disciplinas Anatomia Humana Sistêmica, de graduação em Biomedicina; Neuroanatomia, de graduação em Medicina; e Anátomo-Cinesiologia no curso técnico de Massoterapia foram observadas no primeiro semestre de 2017. A preparação das aulas práticas e as atividades extraclasse dos estudantes também foram observadas e discutidas nesse período. Foram assistidas aulas avulsas no primeiro semestre de 2018 na disciplina Anatomia e Histologia Comparada, do curso de graduação em Fisioterapia, para entender melhor como os professores explicam uma parte anatômica não acessível na superfície de uma peça (parte referenciada).

FIGURA 2 - PASSOS METODOLÓGICOS REALIZADOS NA PESQUISA



FONTE: A autora (2017).

Os principais atores e as atividades realizadas no contexto investigado foram representados em um *Storyboard*⁷ (PREECE; ROGERS; SHARP, 2015), avaliado separadamente por cada uma das professoras de Anatomia colaboradoras do projeto. Foi modelado o Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia, contendo as atividades, e os conteúdos e os materiais produzidos para a aprendizagem de identificação anatômica. Este modelo foi representado em um infográfico (FIGURA 8, página 61). Para conferir acessibilidade ao modelo de processo, foi realizada a análise do Universal Design for Learning (UDL) (MEYER; ROSE; GORDON, 2014). A versão 2.0 do UDL *Guidelines* traduzida para o Português (CAST, 2011) foi utilizada como base para a análise e permitiu identificar as atividades já representadas no infográfico e novas atividades necessárias para conferir acessibilidade ao modelo, resultando em um outro infográfico representando o processo apoiado por tecnologias acessíveis (FIGURA 9, página 64).

Com base nos modelos, foi desenvolvido um protótipo funcional usando o *Scratch*⁸ para avaliar o modelo de interação das atividades de aprendizagem

⁷ Um storyboard consiste em uma série de esboços mostrando como um usuário pode progredir em uma tarefa usando o produto em desenvolvimento, como um usuário pode executar uma tarefa usando um dispositivo interativo (PREECE; ROGERS; SHARP, 2015).

⁸ Ambiente de programação gráfica que permite a criação de programas, jogos e animações de forma simples e rápida: <https://scratch.mit.edu/>

realizadas pelos estudantes. Foi realizada também a prototipação em papel, com baixa fidedignidade, para avaliar as etapas do processo de elaboração de conteúdo pelos professores. A avaliação dos protótipos foi realizada pelas duas professoras de Anatomia, separadamente.

Foram realizadas, também, atividades com a participação de voluntários que não compunham a equipe do projeto. Para recrutar os participantes, foram realizadas 3 chamadas de participação voluntária em pesquisa via e-mail para 102 coordenações de cursos que contemplavam alguma disciplina de Anatomia Humana, Anatomia Veterinária ou Anatomia Animal, e também para 13 instituições de reabilitação ou atendimento a pessoas com deficiência ou necessidades específicas. Todas as instituições selecionadas para envio do convite à participação eram de Curitiba e região metropolitana, pela necessidade de participação presencial nas atividades. Como na mensagem com a chamada de participação voluntária em pesquisa foi solicitado que ela fosse repassada para pessoas que tivessem o perfil para participar, não se sabe ao certo quantas pessoas receberam o convite à participação.

A busca pelas instituições de ensino foi realizada pela doutoranda na página e-MEC⁹ por instituições de ensino presenciais no estado do Paraná, na cidade de Curitiba. Foi então realizada uma consulta na página web de cada instituição para verificar se ela oferecia cursos na área de saúde, que resultou em setenta e uma instituições de ensino. Das instituições que ofertavam um ou mais cursos na área de saúde, foi pesquisado o contato da coordenação do curso e/ou instituição, resultando em 102 contatos realizados para envio do convite.

A busca por instituições de reabilitação ou atendimento a pessoas com deficiência ou necessidades específicas foi realizada na página de busca do Google usando como termos de busca relacionado à deficiência/entidades + Curitiba ou nome de entidades de que a doutoranda tinha conhecimento que eram representativas ou atendiam pessoas com deficiência: autistas Curitiba, APAE Curitiba, Deficiência Física Curitiba, Deficiência intelectual Curitiba, ADEVIPAR, IPC, FENEIS, Deficiência visual Curitiba, Surdos Curitiba. Foram verificadas as três primeiras páginas da busca retornada pelo Google.

⁹ e-MEC: um sistema eletrônico de acompanhamento dos processos que regulam a educação superior no Brasil (<http://emec.mec.gov.br/emec/nova>)

A chamada à participação voluntária também foi disponibilizada na página pessoal da doutoranda no programa de Pós-Graduação de Informática da UFPR que continha informações adicionais sobre a pesquisa. Também foi feito um vídeo em Língua Brasileira de Sinais (Libras) convidando professores e alunos usuários de língua de sinais a serem participantes voluntários na pesquisa.

O convite também foi enviado via Aplicativo de mensagem de *smartphone* para pessoas que preenchiam os critérios de participação e foram indicadas por outras que receberam o convite por e-mail. Na descrição destas atividades, são apresentados os perfis dos participantes, indicando se eles são alunos ou ex-alunos, professores ou ex-professores. No texto esses usuários do contexto são denominados somente “estudante” ou “professor”, no masculino, para que a identidade dos participantes seja preservada. Outra informação sobre o perfil do participante é se ele tem alguma deficiência ou necessidade específica. Também é apresentado no perfil quando o participante conhece as necessidades específicas das pessoas com deficiência ou características que os diferem das pessoas que não têm necessidades educacionais específicas. Um participante pode ter (ou conhecer a necessidade) de uma ou mais deficiências ou necessidades específicas.

Na fase de design, foi realizado um grupo de foco (PREECE; ROGERS; SHARP, 2015) com a participação de voluntários: cinco estudantes e dois professores. Participaram ainda uma intérprete Português-Libras, para auxiliar na comunicação com os voluntários que usam Língua Brasileira de sinais para a comunicação, e a mãe de um voluntário. O QUADRO 1 apresenta o perfil dos usuários do contexto que participaram do grupo de foco. A atividade foi realizada em laboratório de Anatomia e aplicada pela doutoranda e as duas professoras de Anatomia colaboradoras do projeto.

QUADRO 1 - PERFIL DOS PARTICIPANTES DO GRUPO DE FOCO NA FASE DE DESIGN.

Participante	Faixa etária	Deficiência	Experiência com pessoas com necessidades específicas	Condição	Experiência em Anatomia
Estudante 1	26 a 35	Cegueira	-	Aluno	Educação Física: 1 disciplina
Estudante 2	36 a 45	Baixa visão	-	Aluno	Técnico em Massoterapia: 1 disciplina
Estudante 3	26 a 35	Surdez	-	Ex-aluno	Educação Física: 1 disciplina
Estudante 4	26 a 35	Dificuldade de compreensão da linguagem, Afasia ¹⁰ , Dificuldade de aprendizagem em função da dificuldade de compreensão e uso da linguagem	-	Aluno	Biomedicina: 2 disciplinas
Estudante 5	26 a 35	Não	Autismo	Ex-aluno	Biomedicina: 2 disciplinas
Professor 1	46 a 55	Não	Cegueira, Deficiência auditiva, Autismo, Dificuldade de aprendizagem	-	Fisioterapia, Farmácia, Bioquímica, Enfermagem, Nutrição, Pós-graduação em Fisioterapia
Professor 2	36 a 45	Não	Surdez, Deficiência intelectual, Dificuldade de aprendizagem, Altas habilidades	-	Radiologia, Técnico em Radiologia

FONTE: A autora (2018).

Os participantes foram separados em dois grupos, formado por alunos e um professor. Eles receberam a descrição das atividades e um roteiro de aula prática de Anatomia impressos, tendo a estudante com baixa visão recebido os mesmos

¹⁰ Enfraquecimento ou perda do poder de captação, de manipulação e por vezes de expressão de palavras como símbolos de pensamentos

materiais com fonte ampliada. Na atividade 1, os participantes discutiram quais as características dos estudantes poderiam influenciar na preparação de conteúdos para serem usados em horários extraclasse. Para a atividade 2 foram disponibilizados livros, atlas e peças anatômicas na bancada de cada grupo, para eles discutirem sobre como deveriam ser os materiais e conteúdos de apoio para que eles pudessem ser utilizados por todas as pessoas, inclusive aquelas que eles identificaram na atividade 1. Após cada atividade, cada grupo socializou suas propostas e considerações. Foram apresentados o processo de elaboração e uso do roteiro de aprendizagem (A-LS)¹¹ e os requisitos do sistema Anatome e da Ferramenta de Autoria Anatome (Anatome-AT)¹², para identificar o que das soluções apresentadas na atividade anterior não estava contemplado pelo modelo. A descrição das atividades entregues aos participantes e o roteiro para orientar os pesquisadores na condução do experimento podem ser consultadas no Apêndice 1.

A avaliação dos modelos, após ajustes, foi realizada pelos usuários do contexto (professores e estudantes) e por especialistas em TI. A avaliação pelos usuários do contexto foi iniciada em uma semana e concluída na seguinte, em encontros que duraram duas horas. Na primeira semana participaram quatro estudantes e três professores. Dois dos estudantes (um surdo e outro com baixa visão) tiveram imprevisto e comunicaram que não poderiam participar do segundo encontro, momento em que foi preenchido o instrumento de avaliação. Sendo assim, a avaliação considerada foi realizada por dois estudantes e três professores. Também participou dos dois encontros uma intérprete Português-Libras, para auxiliar na comunicação com os voluntários usuários da Língua de sinais. A atividade foi realizada em sala de aula de Anatomia e aplicada pela doutoranda com o apoio das duas professoras de Anatomia colaboradoras do projeto.

No encontro da primeira semana foram entregues aos participantes: o instrumento de avaliação (STORY; MUELLER, 2004), apresentado no Apêndice 2, que eles preencheriam após a explicação da proposta do projeto; um exemplo de peça anatômica (vértebra - características gerais), com os nomes de partes e os respectivos

¹¹ Foi mantido o acrônimo do nome da tecnologia em inglês A-LS (*Anatome Learning Script*), para facilitar a relação com as publicações internacionais dos resultados desta tese.

¹² Foi mantido o acrônimo do nome da tecnologia em inglês Anatome-AT (*Anatome Authoring Tool*), para facilitar a relação com as publicações internacionais dos resultados desta tese. No primeiro trabalho publicado foi utilizado o acrônimo A-AT para referir à *Anatome Authoring Tool*. A mudança para Anatome-AT ocorreu porque a equipe de pesquisadores considerou mais adequado durante o uso na continuidade do projeto.

conhecimentos teóricos para exemplificar o conteúdo digital de peça genérica; e uma peça vértebra sintética representando possíveis peças a serem selecionadas como referência de localização e setas numeradas comumente usadas em aula de Anatomia para setar a localização das partes a serem identificadas nas peças.

Também no encontro da primeira semana foram apresentados o *Storyboard*; o modelo de processo de ensino e aprendizagem de Anatomia apoiado por tecnologias interativas acessíveis; infográficos representando as atividades de elaboração do roteiro digital usando a Ferramenta de Autoria Anatome, e um diagrama representando a atividade de treinamento pelo estudante. Durante a explicação dos modelos, foram utilizadas peças anatômicas sintéticas (vértebras e um crânio) e setas numeradas, etiqueta NFC e etiqueta em braille transparente, representando exemplos possíveis de identificador para setar as partes das peças. Duas horas decorridas, os materiais foram recolhidos para continuar na semana seguinte, sendo que a avaliação não foi preenchida.

No encontro da segunda semana foram novamente entregues os impressos, incluindo um exemplo de interação de treinamento pelo estudante, e os requisitos das tecnologias Anatome e Ferramenta de Autoria Anatome. Foram explicados resumidamente os modelos explicados na semana anterior, para retomar o contexto, seguido pela apresentação dos requisitos dos sistemas. Durante toda a explicação das propostas os participantes puderam intervir. Finalizadas as perguntas e considerações, eles preencheram a avaliação, sendo duas preenchidas por dupla professor-aluno, e uma preenchida por um professor individualmente, devido à ausência dos dois estudantes. O QUADRO 2 mostra os perfis dos estudantes e dos professores que avaliaram os modelos e os requisitos.

O instrumento utilizado para a avaliação verifica a opinião do avaliador sobre o desenho universal de um produto. Portanto, os participantes foram orientados a considerar na avaliação os sistemas implementados de acordo com os modelos elaborados. As respostas do professor que respondeu individualmente também foram consideradas na avaliação.

QUADRO 2 - PERFIL DOS USUÁRIOS DO CONTEXTO QUE PARTICIPARAM DA AVALIAÇÃO DOS MODELOS E REQUISITOS PROPOSTOS

Participante	Faixa etária	Deficiência	Experiência com pessoas com necessidades específicas	Condição	Experiência em Anatomia
Estudante 1	26 a 35	Dificuldade de compreensão da linguagem, Afasia ¹³ , Dificuldade de aprendizagem em função da dificuldade de compreensão e uso da linguagem	-	Aluno	Biomedicina: 2 disciplinas
Estudante 2	26 a 35	Não	Surdez, Deficiência física, Autismo, Dificuldade de aprendizagem	Aluno	Biomedicina: 2 disciplinas
Professor 1	36 a 45	Não	Surdez, Deficiência intelectual, Dificuldade de aprendizagem, Altas habilidades	Professor	Radiologia, Técnico em Radiologia
Professor 2	46 a 55	Não	Cegueira, Surdez, Dificuldade de aprendizagem	Professor	Psicologia
Professor 3	56 a 65	Não	Baixa visão, Surdez, Deficiência física, Deficiência na fala, Deficiência intelectual, Dificuldade de aprendizagem	Ex-Professor	Técnico em Enfermagem, Técnico em Higiene Dental, Técnico em Massoterapia, Capacitação em Cuidador de idosos

FONTE: A autora (2018).

A avaliação com especialistas em TI ocorreu com a participação de dez voluntários, estudantes de pós-graduação que atuam nas áreas de Interação

¹³ Enfraquecimento ou perda do poder de captação, de manipulação e por vezes de expressão de palavras como símbolos de pensamentos

Humano-Computador e Informática na Educação. Sete especialistas são mestrandos e três são doutorandos. Oito dos dez avaliadores tiveram alguma experiência em desenvolvimento ou avaliação de tecnologias acessíveis para pessoas cegas (4), surdas (5), com deficiência física (1), com autismo (2), com dislexia (1) e com várias deficiências (1). A avaliação ocorreu em duas sessões agendadas de acordo com a disponibilidade dos voluntários, tendo tido a participação de três especialistas em uma sessão e de sete em outra. Um participante pode ter mais de uma deficiência ou conhecer necessidade de pessoas com diferentes características específicas.

Foram entregues impressos aos participantes: o instrumento de avaliação (STORY; MUELLER, 2004), os requisitos do Anatome e da Ferramenta de Autoria Anatome-AT, o modelo de processo de ensino e aprendizagem de Anatomia apoiado por tecnologias interativas, e um exemplo de interação de treinamento do estudante usando o Anatome. Os especialistas em TI foram orientados a considerar como produtos o Anatome desenvolvido de acordo com os modelos propostos no trabalho. Após o preenchimento, as respostas foram socializadas, pergunta a pergunta, discutindo os pontos fortes e fracos dos modelos apresentados.

Como prova de conceito, foram implementados dois protótipos: um do *Anatome-AT*, para apoiar os professores na elaboração de Roteiros de Aprendizagem Anatome (A-LS) acessíveis por pessoas cegas, com baixa visão ou sem deficiência; e um do Anatome, para apoiar os estudantes com essas características a estudar e treinar a identificação anatômica.

O protótipo do Anatome-AT é um sistema Web e do Anatome é um aplicativo móvel. O Anatome é utilizado juntamente com peças anatômicas sintéticas setadas com etiquetas numeradas com código NFC, em tinta e em braille. A implementação dos sistemas prova de conceito foi terceirizada, sendo todo o processo de modelagem, acompanhamento da implementação e teste realizado pela doutoranda. Os testes do Anatome que envolviam a acessibilidade às pessoas cegas ocorreram com a participação de uma estudante cega não usuária do sistema braille. Em três encontros com duração média de duas horas, realizados em um período de três meses, as funcionalidades já implementadas no Anatome, juntamente com as peças anatômicas sintéticas setadas, eram utilizadas pela aluna cega que verbalizava suas impressões em voz alta. A doutoranda orientava o uso, observava as interações e anotava as modificações necessárias para a melhoria do protótipo. Quando necessário, as atividades eram gravadas em vídeo para posterior análise pela

doutoranda, que ajustava os modelos e solicitava alteração na implementação do protótipo da aplicação.

A avaliação do protótipo do Anatome foi realizada por vinte usuários: seis professores, cinco estudantes sem deficiência, quatro estudantes com baixa visão, e cinco estudantes cegos. Os seis professores de Anatomia avaliaram também o protótipo do Anatome-AT. Nenhum dos participantes da avaliação dos sistemas prova de conceito conheciam os modelos e os protótipos antes do contato com o sistema implementado. Logo após o uso do protótipo avaliado, foi aplicada entrevista elaborada especialmente para cada um dos quatro grupos de usuários. O roteiro de atividades e entrevistas utilizadas para a avaliação dos protótipos podem ser consultadas no Apêndice 2.

3.1. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Este projeto recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Paraná. O número do parecer de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPR (102) via Plataforma Brasil é 1.878.717.

4. MODELOS E REQUISITOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS INTERATIVAS ACESSÍVEIS PARA APOIAR O ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA

Neste capítulo são apresentadas as principais contribuições desta tese: modelos e requisitos para o desenvolvimento de tecnologias interativas acessíveis para apoiar o ensino e a aprendizagem de Anatomia. Esses modelos e requisitos são destinados a desenvolvedores de sistemas, que devem trabalhar em colaboração com professores de Anatomia e pessoas com as necessidades específicas, para o desenvolvimento dessas tecnologias. Serão utilizados exemplos da Anatomia ou dos elementos do modelo apresentados entre chaves.

Na seção 4.1 é detalhado o contexto de ensino e aprendizagem de Anatomia, investigado para a elaboração dos modelos e requisitos propostos nesta tese. Na subseção 4.1.1 é apresentado o Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia, que descreve as atividades dos atores do contexto. Na seção 4.2 é apresentado o Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia apoiado pelas tecnologias interativas acessíveis. Na seção 4.3 é descrita a Arquitetura Anatome, que integra as tecnologias modeladas. Nas subseções desta última, os componentes da arquitetura são detalhados: os artefatos do processo, que contém o conteúdo de Anatomia a ser abordado em uma disciplina; e os módulos Modelo de interação, Serviços e Tecnologia de processamento e E/S que compõem os sistemas Anatome-AT e Anatome. Na seção 4.4 são apresentados os requisitos da Ferramenta de Autoria Anatome-AT e do sistema Anatome. Na seção 4.5 são apresentados os exemplos de usos das tecnologias modeladas para atender a diferentes tipos de usuários e contextos de ensino e aprendizagem de Anatomia. Na seção 4.6 são apresentados os resultados da avaliação dos modelos e requisitos propostos. Na seção 4.7 são discutidas questões relevantes sobre os resultados alcançados. E na seção 4.8 são apresentadas as contribuições dos resultados da tese, apresentados neste capítulo, comparando-os com as tecnologias encontradas para apoio à aprendizagem de Anatomia por estudantes deficiência ou necessidades específicas.

Boa parte do conteúdo apresentado neste capítulo foi publicado no artigo “*Anatome: Anatomy Teaching and Learning Designed for All*” (FERREIRA et al.,

2019)¹⁴, no The 34th ACM/SIGAPP *Symposium On Applied Computing* (SAC2019), com menos detalhes devido à limitação de páginas do artigo. Aqui o conteúdo é apresentado de forma mais detalhada, principalmente o contexto de ensino e aprendizagem de Anatomia (seção 4.1), investigado para a elaboração dos modelos apresentados a partir da seção 4.2 deste capítulo. No artigo foi utilizado o acrônimo A-AT para a Ferramenta de autoria (*Anatome Authoring Tool*), já na tese está sendo utilizado o acrônimo Anatome-AT, por ter sido considerado mais adequado pela equipe de pesquisadores durante o uso na continuidade do projeto.

4.1. O CONTEXTO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA

Esta seção descreve o contexto de ensino e aprendizagem de Anatomia citando os códigos dos requisitos relacionados à situação descrita. O código dos requisitos é formado por um prefixo, formado por duas letras e por uma numeração, separados por ponto final. O prefixo dos requisitos da Ferramenta de Autoria é AT (de *Authoring Tool*), e do sistema Anatome é PR (de *Piece Requirement*), para facilitar a relação com as publicações internacionais dos resultados desta tese. A lista completa dos requisitos é apresentada na seção 4.4, a partir da página 106. Além dos códigos identificados na fase de design contextual, são citados também aqueles identificados em fase posterior, mas que já tinha indicativo de necessidade desde o design contextual. A relação completa das fases em que cada requisito foi identificado é apresentada na FIGURA 30, na página 111.

Pode parecer estranho citar conteúdos de seções muito à frente no documento. Entretanto, os modelos descritos nas seções 4.2 e 4.3 também derivam do contexto descrito aqui. Portanto, deixar a seção com a lista de requisitos mais distante pareceu ser a melhor opção, por ela ser uma seção extensa. Se apresentada logo após o contexto, deixaria os modelos muito distantes do contexto, o que poderia dificultar a compreensão da derivação dos modelos. Para não ser necessário consultar informações em páginas posteriores várias vezes, o requisito de cada código citado nesta seção é apresentado em nota de rodapé.

Durante a investigação contextual, foram comparadas as ementas de duas disciplinas Anatomia em dois cursos distintos: Curso Técnico em Massoterapia e

¹⁴ <https://doi.org/10.1145/3297280.3297324>

Curso de Graduação em Odontologia de duas instituições de ensino distintas. As informações extraídas das ementas são apresentadas no QUADRO 3.

QUADRO 3 - COMPARATIVO DAS CARACTERÍSTICAS DE DISCIPLINAS ANATOMIA EM DOIS CURSOS DISTINTOS

Técnico em Massoterapia	Graduação em Odontologia
Dinâmica das aulas: Teoria e prática abordadas em todas as aulas.	Dinâmica das aulas: Aulas teóricas e práticas ocorrem separadamente.
Carga horária das disciplinas: <ul style="list-style-type: none"> • Anátomo-Cinesiologia <ul style="list-style-type: none"> – 80 horas aula • Anátomo-Fisiologia <ul style="list-style-type: none"> – 80 horas aula 	Carga horária das disciplinas: <ul style="list-style-type: none"> • Anatomia Odontológica I <ul style="list-style-type: none"> – 90 horas aula: 30 teórica. 60 prática. • Anatomia odontológica II: <ul style="list-style-type: none"> – 90 horas aula: 30 teórica. 60 prática.

FONTE: A autora (2017).

O QUADRO 3 mostra as disciplinas com respectivas cargas horárias e dinâmica das aulas. O curso técnico em Massoterapia tem duas disciplinas Anatomia, com carga horária de 80 horas aulas cada, sendo todas as aulas consideradas teórico-práticas. Já na graduação em Odontologia, as duas disciplinas analisadas têm as aulas teóricas e as aulas práticas separadas, com 30 horas teóricas e 60 horas de aulas práticas cada.

O roteiro de aula sobre o assunto *Músculos* de duas disciplinas também foi analisado. O QUADRO 4 mostra um exemplo de parte de um *Roteiro de aula teórico-prática* da disciplina Anátomo-Cinesiologia. O QUADRO 5 mostra um exemplo de parte de um Roteiro de aula prática da disciplina Anatomia Odontológica I, elaborado com base nos materiais e anotações dos alunos da disciplina.

QUADRO 4 - ROTEIRO DE AULA TEÓRICO-PRÁTICA DA DISCIPLINA ANATOMO-CINESIOLOGIA, DO CURSO TÉCNICO EM MASSOTERAPIA.

MÚSCULOS
<p><u>MÚSCULOS DA CABEÇA</u></p> <p>Músculo Epicrânio: traciona para trás o couro cabeludo, elevando as sobrancelhas e enrugando a fronte.</p> <p>Músculo Corrugador do Supercílio: traciona a sobrancelha para baixo e medialmente produzindo rugas.</p> <p>Músculo Orbicular de Olho: fechamento ativo das pálpebras.</p> <p>Músculo Levantador Lábio Superior: levanta o lábio.</p> <p>Músculo Asa do Nariz: dilata a narina.</p> <p>Músculo Levantador do Ângulo da Boca: eleva o ângulo da boca.</p> <p>Músculo Zigomático Maior: traciona o ângulo da boca para trás e para cima.</p> <p>Músculo Depressor do Ângulo da Boca: deprime o ângulo da boca.</p> <p>Músculo Depressor Lábio Inferior: repuxa o lábio inferior.</p> <p>Músculo Zigomático Menor: auxilia na elevação do lábio superior.</p> <p>Músculo Risório: riso forçado.</p> <p>Músculo Bucinador: deprime e comprime as bochechas contra a mandíbula e maxila.</p> <p>Músculo Mentoniano: eleva e projeta para o lábio superior.</p> <p>Músculo Orbicular da Boca: fechamento do lábio.</p> <p>Músculo Prócer: traciona para baixo o ângulo medial da sobrancelha.</p> <p>Músculo Auricular Anterior: traciona o pavilhão da orelha frente e para cima.</p> <p>Músculo Auricular Posterior: traciona o pavilhão da orelha para trás.</p> <p>Músculo Auricular Superior: traciona o pavilhão da orelha para cima.</p> <p>Músculo Nasal: dilatação do nariz.</p> <p>Músculo Depressor do Septo: traciona para baixo as asas do nariz.</p> <p><u>Músculo Mastigadores</u></p> <p>Músculo Temporal: elevação e retração da mandíbula.</p> <p>Músculo Masseter: elevação da mandíbula.</p> <p>Músculo Pterigoideo Lateral: abertura da boca e protusão (deslocamento) da mandíbula.</p> <p><u>MÚSCULOS DO PESCOÇO</u></p> <p>Músculo Platisma: abre parcialmente a boca.</p> <p>Músculo Esternocleidomastoideo: flexão inclinação homolateral e rotação com a face virada para o lado oposto.</p> <p>Músculo Escaleno Anterior: elevação da 1 costela e inclinação homolateral do pescoço.</p> <p>Músculo Escaleno Médio: elevação da 1 costela e inclinação homolateral do pescoço.</p> <p>Músculo Escaleno Posterior: elevação da costela.</p> <p>Músculo Lateral da Cabeça: inclinação homolateral do pescoço.</p> <p>Músculo Longo da Cabeça: flexão da cabeça e da coluna cervical.</p> <p>Músculo Longo do Pescoço: flexão do pescoço.</p> <p>Músculo Reto Anterior da Cabeça: flexão da cabeça.</p> <p>Músculo Esplênio da Cabeça: extensão inclinação e rotação homolateral da cabeça.</p> <p>Músculo Esplênio do Pescoço: extensão e rotação.</p> <p>...</p>

FONTE: Adaptado de Araujo, Antunes (2017).

QUADRO 5 - ROTEIRO DE AULA PRÁTICA DA DISCIPLINA ODONTOLOGIA I, DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA.

MÚSCULOS
Tendão
Ventre Muscular
Aponeurose
<u>Músculos da cabeça e pescoço – Vista anterior</u>
1 M. Masseter
2 M. Temporal
3 M. Orbicular do Olho
4 M. Orbicular da Boca
5 M. Platisma
6 M. Esternocleidomastoideo
<u>Músculos da cabeça e pescoço – Vista posterior</u>
M. Trapézio
...

FONTE: A autora (2018).

As informações sobre o assunto Músculos da cabeça e do pescoço desses Roteiros foram transformadas em cenários pela doutoranda, corrigidos pelas professoras de Anatomia colaboradoras deste projeto e apresentados no QUADRO 6 e no QUADRO 7. A FIGURA 3 apresenta exemplos de peças que poderiam ser usadas na aula representada no QUADRO 7. Nem sempre as peças disponíveis na instituição têm a parte anatômica tão bem representadas. Assim, muitas vezes essa parte anatômica é setada em uma determinada parte que a indica, como na FIGURA 3, que o músculo platisma é setado em sua origem.

QUADRO 6 - CENÁRIO DE PARTE DA AULA DA DISCIPLINA ANATOMO-CINESIOLOGIA SOBRE MÚSCULOS DA CABEÇA E DO PESCOÇO

A professora tem à sua disposição uma peça anatômica 3D de material sintético representando as musculaturas da cabeça e do pescoço. Os estudantes acompanham pelo roteiro, apresentado no QUADRO 4 e também pelo livro. A professora diz que esta peça faz parte dos músculos axiais e mostra onde é a região da cabeça, dos músculos da mastigação e os do pescoço. Então, mostra na peça cada um dos músculos destes três grupos, com a respectiva origem e inserção, e função, totalizando 35 músculos.

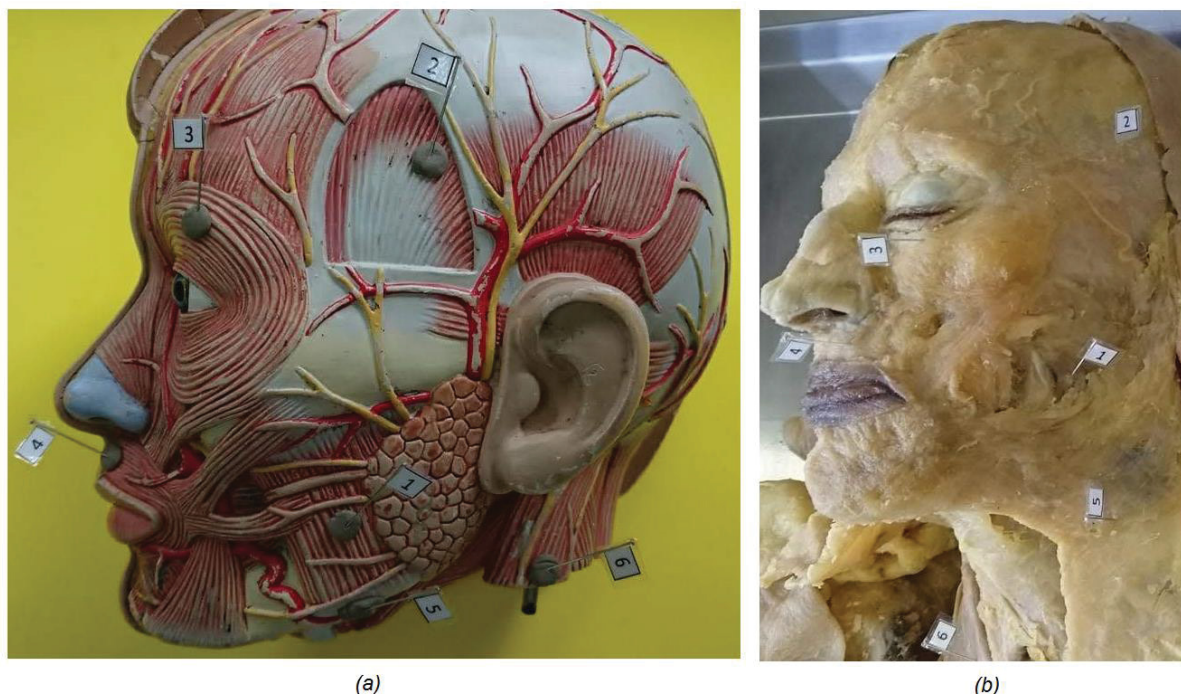
FONTE: A autora (2017).

QUADRO 7 - CENÁRIO DE PARTE DA AULA DA DISCIPLINA ANATOMIA ODONTOLÓGICA I SOBRE MÚSCULOS DA CABEÇA E DO PESCOÇO.

A professora vai explicando os músculos da cabeça e pescoço com o apoio de *slides* com algumas imagens mais detalhadas de alguns músculos e com respectivos conhecimentos teóricos associados. Os alunos vão acompanhando pelos *slides* apresentados e também pelo livro. A professora apresenta os músculos da cabeça e pescoço observados na face anterior e, depois, na face posterior, com os respectivos conhecimentos teóricos associados, totalizando 7 músculos. A professora salienta que muitos músculos dessa região não são apresentados na disciplina, pois são conteúdo da disciplina Anatomia Odontológica II. Já na aula prática sobre o mesmo assunto, os alunos seguem o roteiro apresentado no QUADRO 5, identificando-as em peças cadavéricas e sintéticas, como as apresentadas na FIGURA 3. Durante a aula, os estudantes manipulam as peças e tiram as dúvidas que vão surgindo com o auxílio da professora e dos alunos monitores. Como a instituição não dispõe de uma peça sintética que apresente o m. platisma, foi setada a localização de uma das inserções do m. platisma e a professora e monitores explicam isso aos estudantes. Como os músculos da peça natural de cabeça e pescoço estão encobertos por outras estruturas, a professora e monitores explicam a localização dos músculos setados sob estas estruturas.

FONTE: A autora (2017).

FIGURA 3 - EXEMPLO DE PEÇAS QUE PODERIAM SER USADAS PARA A AULA PRÁTICA DA DISCIPLINA ANATOMIA ODONTOLÓGICA I, COM OS MÚSCULOS DA CABEÇA E DO PESCOÇO SETADAS.



FONTE: A autora (2019).

Comparando os conceitos abordados nas aulas descritas no QUADRO 6 e no QUADRO 7, é possível perceber que a quantidade de partes anatômicas abordadas

na disciplina Anátomo-Cinesiologia é bem maior do que na disciplina Anatomia Odontológica I. Os conteúdos abordados em cada disciplina Anatomia em cada curso variam em quantidade e profundidade de abordagem, de acordo com as necessidades de cada disciplina em cada curso (AT.07¹⁵).

Os conteúdos abordados contemplam desde os conteúdos gerais (AT.19, PR.16¹⁶) até partes anatômicas a serem identificadas pelos estudantes (AT.05, AT.06¹⁷). Os conteúdos podem ser siglas utilizadas na Anatomia {*m. músculo, mm músculos, ...*}; ou conhecimento relacionado à Anatomia em geral, como planos e eixos, vista (ou face), regiões do corpo e sistemas; ou relacionados à uma unidade de ensino {*tendão, ventre muscular, aponeurose com respectivos conhecimentos associados, relacionado ao assunto Músculos*}; ou relacionados a uma peça genérica {*Crânio: Comporto por 22 ossos, sendo os ossos pares localizados simetricamente ao plano mediano, indicados com o número 2 após o nome*}, ou uma peça específica a ser explorada {*crânio de tamanho real de uma criança de 5 anos, produzido em material sintético*}.

O QUADRO 5 apresenta logo após o título da unidade de ensino {*Músculos*}, os conteúdos gerais relacionados ao assunto {*tendão, ventre muscular, aponeurose*}, seguido das partes anatômicas {*m. masseter, m. temporal, m. orbicular do olho, m. peitoral maior, etc.*} a serem aprendidas pelos estudantes separadas por vista {*vista anterior, vista posterior*} e partes do corpo {*Músculos da cabeça e pescoço; Músculos do tronco, Músculos do ombro e membro superior, etc.*}.

Durante a investigação contextual em aulas de Anatomia e em atividades extraclasse, foi elaborado o *Storyboard* representando os principais atores e as principais atividades do contexto de ensino e aprendizagem da disciplina. Ele foi analisado separadamente por cada professora colaboradora do projeto e incluído o relógio para representar o tempo de exploração das peças em cada bancada ou de identificação anatômica nas avaliações práticas. Posteriormente, o *Storyboard* foi

¹⁵ AT.07: Permitir a criação de roteiro de aprendizagem personalizado para cada disciplina de Anatomia, a partir da seleção dos nomes e conhecimentos teóricos associados às partes das peças genéricas (personalização).

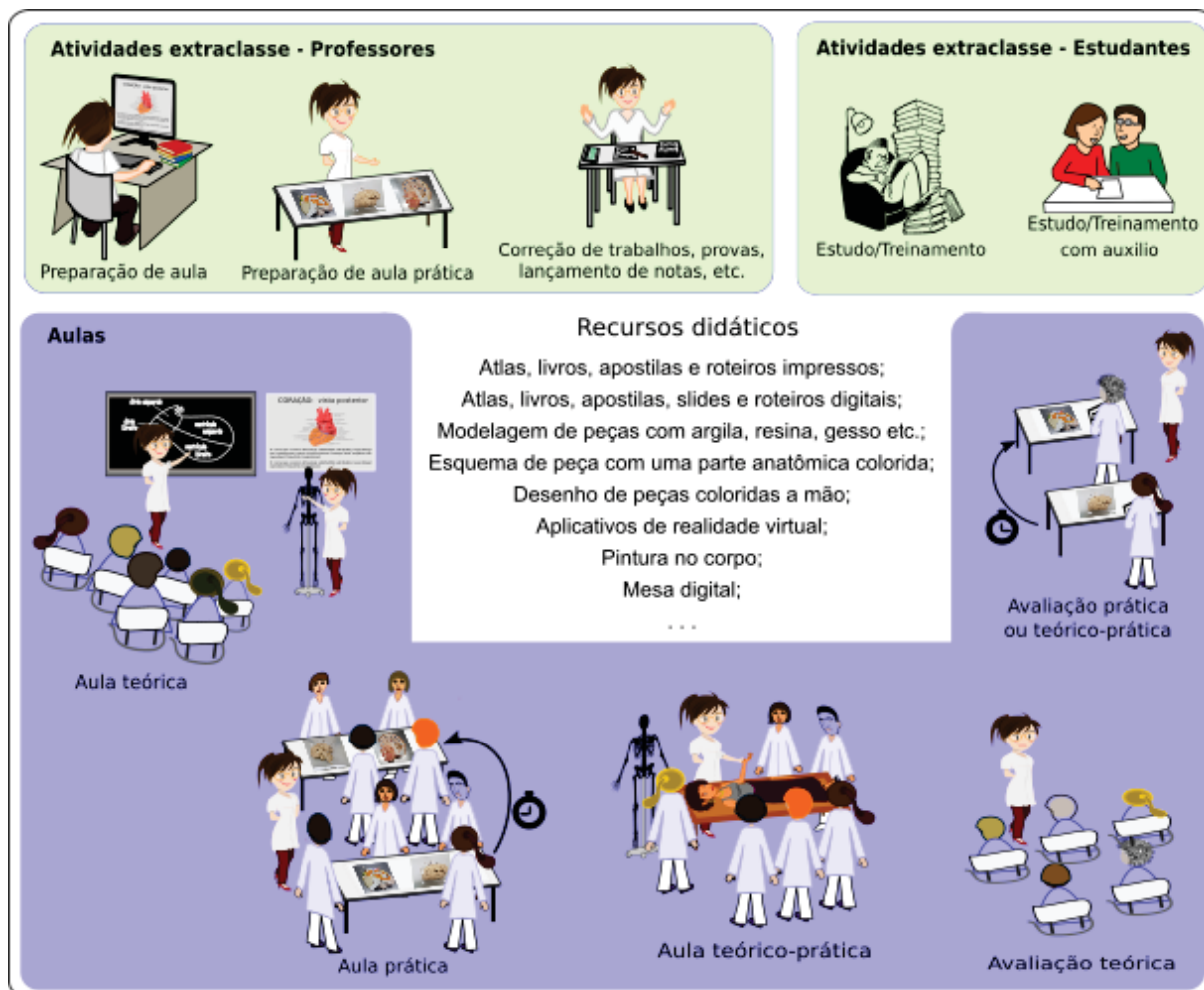
¹⁶ AT.19: Permitir a entrada de termos gerais e siglas usadas na Anatomia (exemplos: a. artéria, aa. artérias, art. articulação etc.).

PR.16: Fornecer meio de apresentação de termos gerais e de siglas usadas na Anatomia (exemplos: a. artéria, aa. artérias, art. articulação etc.).

¹⁷ AT.05: Permitir a inclusão dos nomes das partes anatômicas a serem localizadas na peça.
AT.06: Permitir a inclusão dos conhecimentos teóricos associados aos nomes das partes anatômicas da peça (de forma opcional).

analisado pelos participantes do grupo de foco, sendo incluídos principalmente outros recursos didáticos utilizados nas atividades do contexto. A FIGURA 4 apresenta a versão final do *Storyboard* modelado.

FIGURA 4 - *STORYBOARD* REPRESENTANDO OS PRINCIPAIS ATORES E ATIVIDADES DO CONTEXTO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA.



FONTE: A autora (2018).

Os principais atores do contexto são os estudantes e professores. As atividades foram organizadas em duas grandes classes: aulas, na qual estão envolvidos os professores e os estudantes, e atividades extraclasse de cada ator. Além disso, foram listados recursos didáticos que podem ser explorados nas atividades do contexto de acordo com a disponibilidade de recursos da instituição, das preferências dos professores, da necessidade de aprendizagem da turma, etc. Serão descritas as atividades extraclasse dos professores, seguida da descrição das atividades de aulas e, depois, as atividades extraclasse dos estudantes.

Dentre as atividades extraclasse dos professores estão a preparação de aula, a preparação das peças para a aula prática, a elaboração e correção de trabalhos e provas, e o lançamento de notas. Na preparação de aulas, os professores pesquisam em fontes como atlas e livros, que contemplam conteúdos de várias disciplinas (AT.04¹⁸). Eles selecionam os conteúdos a serem abordados, selecionam os nomes e os conhecimentos teóricos associadas às partes anatômicas a serem aprendidas (AT.05, AT.06¹⁹); preparam conteúdos como slides e guia de estudo para as aulas teóricas e conteúdos como roteiros e esquemas para as aulas práticas para orientar os estudantes quais os conteúdos abordados naquela disciplina (AT.07²⁰); preparam atividades e avaliações. Os professores que ministram aulas de disciplinas semelhantes em cursos diferentes, produzem o material de uma disciplina reaproveitando o material de outra disciplina, incluindo ou excluindo conteúdos (AT.04, AT.07, AT.09, AT.21²¹). Os professores que ministram a mesma disciplina no mesmo curso em instituições diferentes utilizam o mesmo roteiro, mas com um conjunto de peças usados para referência de localização diferente, pois cada instituição tem suas próprias peças (AT.14²²). Os professores utilizam diferentes dispositivos com diferentes sistemas operacionais durante as atividades extraclasse (AT.01, PR.01²³).

Na preparação das aulas práticas e teórico-práticas são selecionadas as peças anatômicas disponíveis na instituição que contemplem as partes anatômicas indicadas no roteiro de aula prática ou teórico-prática. Os professores definem a dinâmica da aula, como o tempo de exploração das peças em cada bancada, o sentido

¹⁸ AT.04: Permitir a inclusão de conteúdos de Anatomia abordados em diferentes cursos (peças genéricas) para permitir seu reuso.

¹⁹ AT.05: Permitir a inclusão dos nomes das partes anatômicas a serem localizadas na peça. AT.06: Permitir a inclusão dos conhecimentos teóricos associados aos nomes das partes anatômicas da peça (de forma opcional).

²⁰ AT.07: Permitir a criação de roteiro de aprendizagem personalizado para cada disciplina de Anatomia, a partir da seleção dos nomes e conhecimentos teóricos associados às partes das peças genéricas (personalização).

²¹ AT.04: Permitir a inclusão de conteúdos de Anatomia abordados em diferentes cursos (peças genéricas) para permitir seu reuso.

AT.07: Permitir a criação de roteiro de aprendizagem personalizado para cada disciplina de Anatomia, a partir da seleção dos nomes e conhecimentos teóricos associados às partes das peças genéricas (personalização).

AT.09: Orientar o autor a disponibilizar o conhecimento teórico dividido em partes pequenas para facilitar a compreensão, a seleção, a manutenção e o reuso.

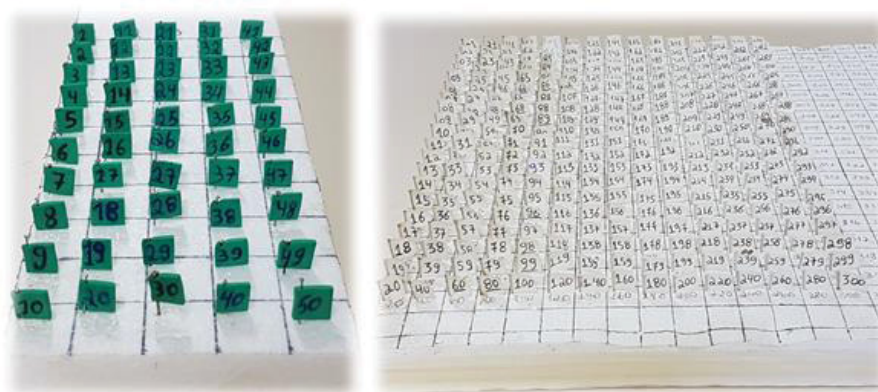
AT.21: Permitir a inclusão incremental de conteúdos à peça genérica.

²² AT.14: Permitir o mapeamento das partes anatômicas de um roteiro a diferentes conjuntos de peças.

²³ AT.01: Ambiente multiplataforma. PR.01: Ambiente multiplataforma.

de identificação das partes anatômicas, e se entregarão alguma atividade ao final da aula (AT.18, PR.12²⁴). Quando a dinâmica da aula é a identificação no sentido localização → nome, antes da aula, os professores colocam setas com números ou letras nas partes anatômicas das peças (AT.12, AT.17²⁵), como as da FIGURA 5. Às vezes os monitores da disciplina auxiliam os professores nesta atividade, como também auxiliam durante as aulas ou prestam monitorias em horários extraclasse (AT.26, PR.22²⁶).

FIGURA 5 - EXEMPLO DE SETAS NUMERADAS UTILIZADAS PARA IDENTIFICAR A LOCALIZAÇÃO DAS PARTES ANATÔMICAS A SEREM IDENTIFICADAS PELOS ESTUDANTES.



FONTE: A autora (2017).

A FIGURA 6 apresenta dois exemplos de peças com a localização das partes anatômicas indicada por setas para aulas cuja identificação anatômica ocorre no sentido localização → nome. Embora algumas peças anatômicas sintéticas já venham com algumas partes anatômicas numeradas, os professores setam as partes que

²⁴ AT.18: Permitir configurar as atividades de aprendizagem dos estudantes (tempo máximo para identificação, quantidade máxima de tentativas etc.) e os meios utilizados na interação (texto, áudio, vídeo etc.) para explorar diferentes modalidades perceptivas (visão, audição, tato etc.) dos estudantes.

PR.12: Disponibilizar a opção Treinamento, em que o estudante localiza as partes anatômicas solicitadas pelo sistema do Anatome, ou nomeia as partes anatômicas cuja localização é informada pelo sistema, recebendo o feedback para verificar seus erros e acertos.

²⁵ AT.12: Permitir realizar o mapeamento entre o nome das partes anatômicas do roteiro e a localização dela na peça anatômica.

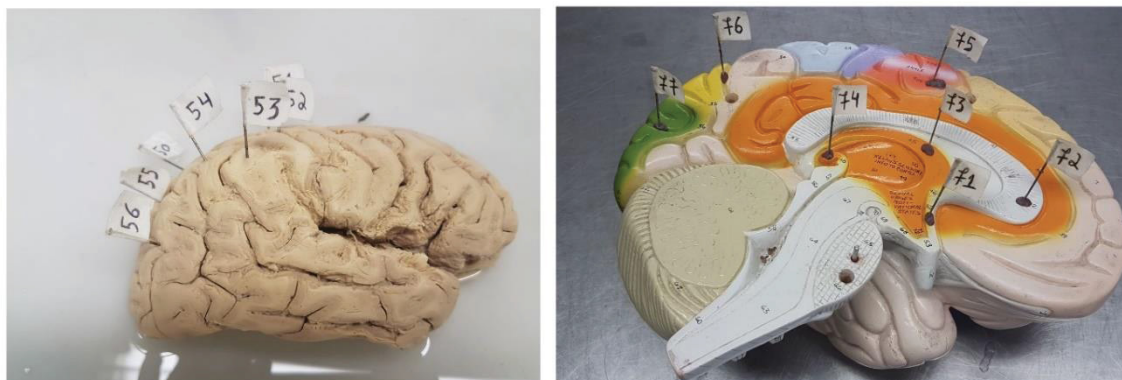
AT.17: Permitir que o professor defina o local da peça onde deve ser posicionado o identificador (por exemplo, seta numerada) da parte anatômica a ser identificada.

²⁶ AT.26: Permitir a definição dos usuários que exercerão papel específico na interação dos estudantes com a peça anatômica interativa (tutor, monitor etc.) e os tipos de interação permitidos na atividade de avaliação.

PR.22: Permitir a realização das atividades individualmente ou em grupo, oferecendo diferentes níveis de interação entre usuários (estudantes entre si; estudantes, tutores e professores), de forma síncrona e/ou assíncrona, para favorecer a socialização e engajamento (tutoria, monitoria etc.).

devem ser identificadas pelos estudantes, pois as partes a serem estudadas variam de acordo com a disciplina e curso (AT.12, AT.17²⁷).

FIGURA 6 - PEÇAS SETADAS PARA AULAS E AVALIAÇÕES PRÁTICAS DE ANATOMIA



FONTE: A autora (2017).

As peças anatômicas têm características como corte; tamanho em relação ao real; antimeria (lado direito e lado esquerdo) entre outras. A FIGURA 7 apresenta algumas peças anatômicas sintéticas com descrição de algumas de suas características.

Nas aulas práticas, são disponibilizadas peças anatômicas naturais e sintéticas separadas em bancadas, ou peças e recursos digitais²⁸ com as estruturas anatômicas para serem exploradas pelos estudantes (AT.15²⁹). Os estudantes se dividem em grupos e tem um tempo, definido e informado pelos professores, para ficarem em cada bancada (AT.18, AT.26, PR.22³⁰).

²⁷ AT.12: Permitir realizar o mapeamento entre o nome das partes anatômicas do roteiro e a localização dela na peça anatômica.

AT.17: Permitir que o professor defina o local da peça onde deve ser posicionado o identificador (por exemplo, seta numerada) da parte anatômica a ser identificada.

²⁸ Como a mesa digital *Anatomage Table* (<https://www.anatomage.com/table/>) e aplicações interativas de realidade virtual ou aumentada.

²⁹ AT.15: Permitir o uso de diferentes peças anatômicas como referência de localização (naturais, sintéticas, imagens digitais, peças digitais 3D).

³⁰ AT.18: Permitir configurar as atividades de aprendizagem dos estudantes (tempo máximo para identificação, quantidade máxima de tentativas etc.) e os meios utilizados na interação (texto, áudio, vídeo etc.) para explorar diferentes modalidades perceptivas (visão, audição, tato etc.) dos estudantes.

AT.26: Permitir a definição dos usuários que exercerão papel específico na interação dos estudantes com a peça anatômica interativa (tutor, monitor etc.) e os tipos de interação permitidos na atividade de avaliação.

PR.22: Permitir a realização das atividades individualmente ou em grupo, oferecendo diferentes níveis de interação entre usuários (estudantes entre si; estudantes, tutores e professores), de forma síncrona e/ou assíncrona, para favorecer a socialização e engajamento (tutoria, monitoria etc.).

FIGURA 7 - EXEMPLO DE CARACTERÍSTICAS DAS PEÇAS ANATÔMICAS



FONTE: A autora (2016).

Em algumas aulas práticas, os estudantes buscam, a partir dos nomes contidos no roteiro de aula prática, a localização das partes anatômicas nas peças: identificação anatômica no sentido nome → localização (PR.07³¹). Em outras aulas, eles buscam, a partir das setas numeradas localizadas nas peças, os nomes das partes anatômicas correspondentes: identificação anatômica no sentido localização → nome (PR.09³²). Para essa identificação, eles utilizam materiais de consulta, como livros e atlas, pois ainda estão aprendendo o conteúdo abordado na aula (PR.11³³). Os professores, e às vezes monitores da disciplina, ficam disponíveis para tirar

³¹ PR.07: Permitir a identificação anatômica no sentido Nome -> Localização.

³² PR.09: Permitir a identificação anatômica no sentido Localização -> Nome.

³³ PR.11: Disponibilizar a opção Estudo, em que o sistema do Anatome informa ao estudante o nome e os conhecimentos teóricos relacionados às partes anatômicas da peça.

dúvidas e dar explicações adicionais quando eles consideram necessário (PR.11, AT.26, PR.22³⁴).

Nas aulas teórico-práticas, a primeira parte da aula segue o padrão da aula teórica. A segunda parte da aula, os professores informam o nome ou os conhecimentos teóricos associados a uma parte anatômica para os estudantes indicarem a localização (PR.07, PR.08³⁵). Ou, os professores indicam a localização de uma parte anatômica para os estudantes informarem o nome ou os conhecimentos teóricos associados (PR.09, PR.10³⁶). No final das aulas, os estudantes se dividem em grupo para continuarem realizando estas atividades repetidas vezes para treinar a identificação anatômica (PR.13, AT.26, PR.22³⁷).

As avaliações teóricas da disciplina, geralmente, ocorrem no padrão perguntas e respostas, que podem ser dissertativas ou objetivas, e tem um tempo total determinado para ser finalizada (AT.18, PR.13³⁸). Algumas questões das avaliações associam o conhecimento teórico a uma única parte anatômica {Grande proeminência óssea presente na extremidade lateral da espinha da escápula: Acrômio}, várias partes {músculos do manguito rotadores do ombro: supra-espinhal, infra-espinhal, redondo menor e subescapular} ou várias partes ordenadas {Cite a organização dos

³⁴ PR.11: Disponibilizar a opção Estudo, em que o sistema do Anatome informa ao estudante o nome e os conhecimentos teóricos relacionados às partes anatômicas da peça.

AT.26: Permitir a definição dos usuários que exercerão papel específico na interação dos estudantes com a peça anatômica interativa (tutor, monitor etc.) e os tipos de interação permitidos na atividade de avaliação.

PR.22: Permitir a realização das atividades individualmente ou em grupo, oferecendo diferentes níveis de interação entre usuários (estudantes entre si; estudantes, tutores e professores), de forma síncrona e/ou assíncrona, para favorecer a socialização e engajamento (tutoria, monitoria etc.).

³⁵ PR.07: Permitir a identificação anatômica no sentido Nome -> Localização.

PR.08: Permitir a identificação anatômica no sentido Conhecimento teórico -> Localização.

³⁶ PR.09: Permitir a identificação anatômica no sentido Localização -> Nome.

PR.10: Permitir a identificação anatômica no sentido Localização -> Conhecimento teórico.

³⁷ PR.13: Disponibilizar a opção Avaliação, que funciona similarmente ao Treinamento, mas a definição do limite de tempo para a identificação anatômica e a correção das atividades é realizada pelo professor.

AT.26: Permitir a definição dos usuários que exercerão papel específico na interação dos estudantes com a peça anatômica interativa (tutor, monitor etc.) e os tipos de interação permitidos na atividade de avaliação.

PR.22: Permitir a realização das atividades individualmente ou em grupo, oferecendo diferentes níveis de interação entre usuários (estudantes entre si; estudantes, tutores e professores), de forma síncrona e/ou assíncrona, para favorecer a socialização e engajamento (tutoria, monitoria etc.).

³⁸ AT.18: Permitir configurar as atividades de aprendizagem dos estudantes (tempo máximo para identificação, quantidade máxima de tentativas etc.) e os meios utilizados na interação (texto, áudio, vídeo etc.) para explorar diferentes modalidades perceptivas (visão, audição, tato etc.) dos estudantes.

PR.13: Disponibilizar a opção Avaliação, que funciona similarmente ao Treinamento, mas a definição do limite de tempo para a identificação anatômica e a correção das atividades é realizada pelo professor.

núcleos cerebelares de lateral para medial: núcleo dentado, núcleo emboliforme, núcleos globosos, núcleo fastigial} (AT.16³⁹). As avaliações práticas têm as setas numeradas localizadas nas regiões, estruturas ou acidentes anatômicos que o estudante deve identificar e eles precisam informar o nome correspondente ao número da seta que indica a localização na peça (PR.09, PR.13⁴⁰). Nas avaliações teórico-práticas, os alunos precisam indicar a localização da parte anatômica correspondente ao nome ou conhecimento teórico solicitado pelo professor, ou informar o nome ou conhecimento teórico a partir da localização de uma parte anatômica indicada pelo professor (PR.07, PR.08, PR.09, PR.10, PR.13⁴¹). As definições de como deve ocorrer a avaliação é realizada pelos professores (AT.18⁴²).

É comum ocorrer de um período para outro a inclusão nas aulas de conhecimentos descobertos em pesquisas recentes (AT.21⁴³) e a correção de conteúdos, como a atualização de nomes de partes anatômicas⁴⁴ (AT.09⁴⁵). Também, é comum nas aulas práticas e teórico-práticas os professores explicarem a localização de uma parte referenciada: o professor toma como referência outra parte anatômica de fácil identificação na superfície da peça para explicar uma parte anatômica pequena, interna ou de difícil identificação (AT.13⁴⁶). Isso ocorre com menos frequência nas aulas teóricas porque é mais fácil encontrar imagens de peças com diversos cortes e em tamanho ampliado, se comparado à disponibilidade das peças

³⁹ AT.16: Permitir associar um conteúdo teórico a uma parte anatômica, a várias partes ou a várias partes ordenadas.

⁴⁰ PR.09: Permitir a identificação anatômica no sentido Localização -> Nome.

PR.13: Disponibilizar a opção Avaliação, que funciona similarmente ao Treinamento, mas a definição do limite de tempo para a identificação anatômica e a correção das atividades é realizada pelo professor.

⁴¹ PR.07: Permitir a identificação anatômica no sentido Nome -> Localização.

PR.08: Permitir a identificação anatômica no sentido Conhecimento teórico -> Localização.

PR.09: Permitir a identificação anatômica no sentido Localização -> Nome.

PR.10: Permitir a identificação anatômica no sentido Localização -> Conhecimento teórico.

PR.13: Disponibilizar a opção Avaliação, que funciona similarmente ao Treinamento, mas a definição do limite de tempo para a identificação anatômica e a correção das atividades é realizada pelo professor.

⁴² AT.18: Permitir configurar as atividades de aprendizagem dos estudantes (tempo máximo para identificação, quantidade máxima de tentativas etc.) e os meios utilizados na interação (texto, áudio, vídeo etc.) para explorar diferentes modalidades perceptivas (visão, audição, tato etc.) dos estudantes.

⁴³ AT.21: Permitir a inclusão incremental de conteúdos à peça genérica.

⁴⁴ Uma correção comum é no nome das regiões, estruturas e acidentes anatômicos, porque ocorrem atualização da terminologia (no Brasil, controlada pela Sociedade Brasileira de Anatomia (SBA, 2018)

⁴⁵ AT.09: Orientar o autor a disponibilizar o conhecimento teórico dividido em partes pequenas para facilitar a compreensão, a seleção, a manutenção e o reuso.

⁴⁶ AT.13: Permitir incluir mapeamento referenciado para partes anatômicas não acessíveis na superfície da peça.

físicas disponíveis na instituição. Sendo assim, nas aulas com peças anatômicas naturais ou sintéticas, o estudante precisa entender a localização das partes internas a partir da localização de uma parte externa, por exemplo.

Em algumas aulas, os estudantes realizam atividades como indicar o nome das partes anatômicas das peças em uma tabela numerada ou em um esquema numerado representando as partes de uma peça importante da aula. Essas atividades são corrigidas pelos professores e devolvidas aos estudantes para verificarem seus erros e acertos (PR.12, PR.13⁴⁷).

Além dos tipos de peças e recursos didáticos já citados, são utilizados ainda pintura no corpo de estudantes ou modelos, desenhos de peças e esquemas em papel para os estudantes colorirem uma parte ou várias partes anatômicas com diferentes cores, modelagem de peças anatômicas com massinha, argila, gesso, resina ou outros materiais sintéticos, entre outros recursos para estudar e treinar a identificação anatômica em diversas atividades de aula e extraclasse dos estudantes. O tipo de peça e os recursos utilizados em cada momento varia de acordo com a disponibilidade de peças físicas e digitais da instituição, com o assunto que está sendo abordado, com o perfil do professor e com a necessidade de aprendizagem da turma ou disciplina.

Em todos os casos observados e relatados durante a investigação contextual, o professor está acostumado a preparar seus conteúdos utilizando geralmente um processador de textos ou, no máximo, usando outros sistemas para selecionar os nomes das partes anatômicas a serem aprendidas pelos estudantes, como no Netter interativo, um sistema computacional disponibilizado em CD quando se adquire o Atlas de Anatomia Humana do Netter (NETTER, 2015). Sendo assim, os sistemas que oferecerem mais opções para elaboração de conteúdos devem orientar o professor em todos os passos do processo (AT.22⁴⁸).

⁴⁷ PR.12: Disponibilizar a opção Treinamento, em que o estudante localiza as partes anatômicas solicitadas pelo sistema do Anatome, ou nomeia as partes anatômicas cuja localização é informada pelo sistema, recebendo o feedback para verificar seus erros e acertos.

PR.13: Disponibilizar a opção Avaliação, que funciona similarmente ao Treinamento, mas a definição do limite de tempo para a identificação anatômica e a correção das atividades é realizada pelo professor.

⁴⁸ AT.22: Orientar a interação do professor em cada passo do processo de criação dos Roteiros de Aprendizagem de Anatomia (A-LS).

As atividades extraclasse dos estudantes contemplam principalmente estudar e treinar a identificação anatômica (PR.11, PR.12⁴⁹), individualmente ou em grupo (AT.26 e PR.22⁵⁰). Muitos estudantes treinam a identificação anatômica utilizando o Netter Interativo. Esse sistema interativo tem peças anatômicas {imagens digitais, chamadas de lâminas no programa} com a localização das partes ligadas ao respectivo nome por uma linha (AT.15⁵¹). A seleção das peças pelos estudantes pode ser feita usando o nome, ou índice visual (lista das imagens em miniatura), filtrando por regiões do corpo ou sistemas (AT.11, PR.04⁵²). Parte das peças disponibiliza lâminas correlatas {imagens de raio-x ou imagens mais detalhadas} com conteúdo teórico associado (AT.16, PR.11⁵³).

As peças do Netter Interativo têm uma quantidade enorme de partes nomeadas, pois ele serve de base para vários cursos da área de saúde (AT.04⁵⁴). Mas, ele permite criar guia de estudo, incluindo as peças de interesse e, selecionando em cada uma delas, as estruturas e acidentes anatômicos a ser estudado (AT.07⁵⁵). O Netter Interativo tem uma funcionalidade chamada teste, em que o sistema informa o nome da parte a ser identificada e o estudante clica na seta (pontinho na imagem) indicando a localização correspondente (PR.07, PR.12⁵⁶), ou destacando a seta

⁴⁹ PR.11: Disponibilizar a opção Estudo, em que o sistema do Anatome informa ao estudante o nome e os conhecimentos teóricos relacionados às partes anatômicas da peça.

PR.12: Disponibilizar a opção Treinamento, em que o estudante localiza as partes anatômicas solicitadas pelo sistema do Anatome, ou nomeia as partes anatômicas cuja localização é informada pelo sistema, recebendo o feedback para verificar seus erros e acertos.

⁵⁰ AT.26: Permitir a definição dos usuários que exercerão papel específico na interação dos estudantes com a peça anatômica interativa (tutor, monitor etc.) e os tipos de interação permitidos na atividade de avaliação.

PR.22: Permitir a realização das atividades individualmente ou em grupo, oferecendo diferentes níveis de interação entre usuários (estudantes entre si; estudantes, tutores e professores), de forma síncrona e/ou assíncrona, para favorecer a socialização e engajamento (tutoria, monitoria etc.).

⁵¹ AT.15: Permitir o uso de diferentes peças anatômicas como referência de localização (naturais, sintéticas, imagens digitais, peças digitais 3D).

⁵² AT.11: Permitir a entrada de dados para facilitar a recuperação dos conteúdos digitais das peças existentes (nome, sistema, região).

PR.04: Permitir a busca de Roteiros de Aprendizagem de Anatomia (A-LS) por nome, sistema, região.

⁵³ AT.16: Permitir associar um conteúdo teórico a uma parte anatômica, a várias partes ou a várias partes ordenadas.

PR.11: Disponibilizar a opção Estudo, em que o sistema do Anatome informa ao estudante o nome e os conhecimentos teóricos relacionados às partes anatômicas da peça.

⁵⁴ AT.04: Permitir a inclusão de conteúdos de Anatomia abordados em diferentes cursos (peças genéricas) para permitir seu reuso.

⁵⁵ AT.07: Permitir a criação de roteiro de aprendizagem personalizado para cada disciplina de Anatomia, a partir da seleção dos nomes e conhecimentos teóricos associados às partes das peças genéricas (personalização).

⁵⁶ PR.07: Permitir a identificação anatômica no sentido Nome -> Localização.

PR.12: Disponibilizar a opção Treinamento, em que o estudante localiza as partes anatômicas

{pontinho localizado na parte a ser nomeada} para o estudante digitar o nome da parte (PR.09, PR.12⁵⁷). Ao final é apresentada a quantidade de erros e acertos naquela execução do teste (PR.12⁵⁸). Os estudantes utilizam diferentes dispositivos com diferentes sistemas operacionais durante as atividades extraclasse (PR.01⁵⁹).

4.1.1. Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia

O modelo do processo de ensino e aprendizagem de Anatomia é apresentado na FIGURA 8. O modelo contempla as atividades, os principais atores, conteúdos, materiais e artefatos para apoiar o ensino e a aprendizagem de Anatomia. As atividades do processo são representadas em retângulos com cantos arredondados. Setas pontilhadas mostram a relação das atividades e os conteúdos e materiais, que podem ser insumos, ou artefatos gerados ou usados na realização da atividade.

As atividades listadas no quadro superior da FIGURA 8 são realizadas por professores, podendo ou não contar com o auxílio de alunos monitores, tutores ou pós-graduandos. Os artefatos produzidos são apresentados no quadro do meio da FIGURA 8 e as atividades realizadas pelos estudantes aparecem no quadro inferior da imagem.

O professor elabora roteiro de aprendizagem com base em materiais e conteúdos que contemplam conhecimentos abordados em várias disciplinas, como atlas e livros; e aproveitando conteúdos de roteiro de outras disciplinas. Exemplos de roteiros são apresentados no QUADRO 4 (página 47) e no QUADRO 5 (página 48). Ele também utiliza mídias que podem ser textuais, áudio, vídeo ou imagem para compor o roteiro de aprendizagem elaborado. Quando faz um roteiro usando o Netter interativo, por exemplo, seleciona imagens digitais de peças anatômicas, nomes e conhecimento teóricos em formato digital.

solicitadas pelo sistema do Anatome, ou nomeia as partes anatômicas cuja localização é informada pelo sistema, recebendo o feedback para verificar seus erros e acertos.

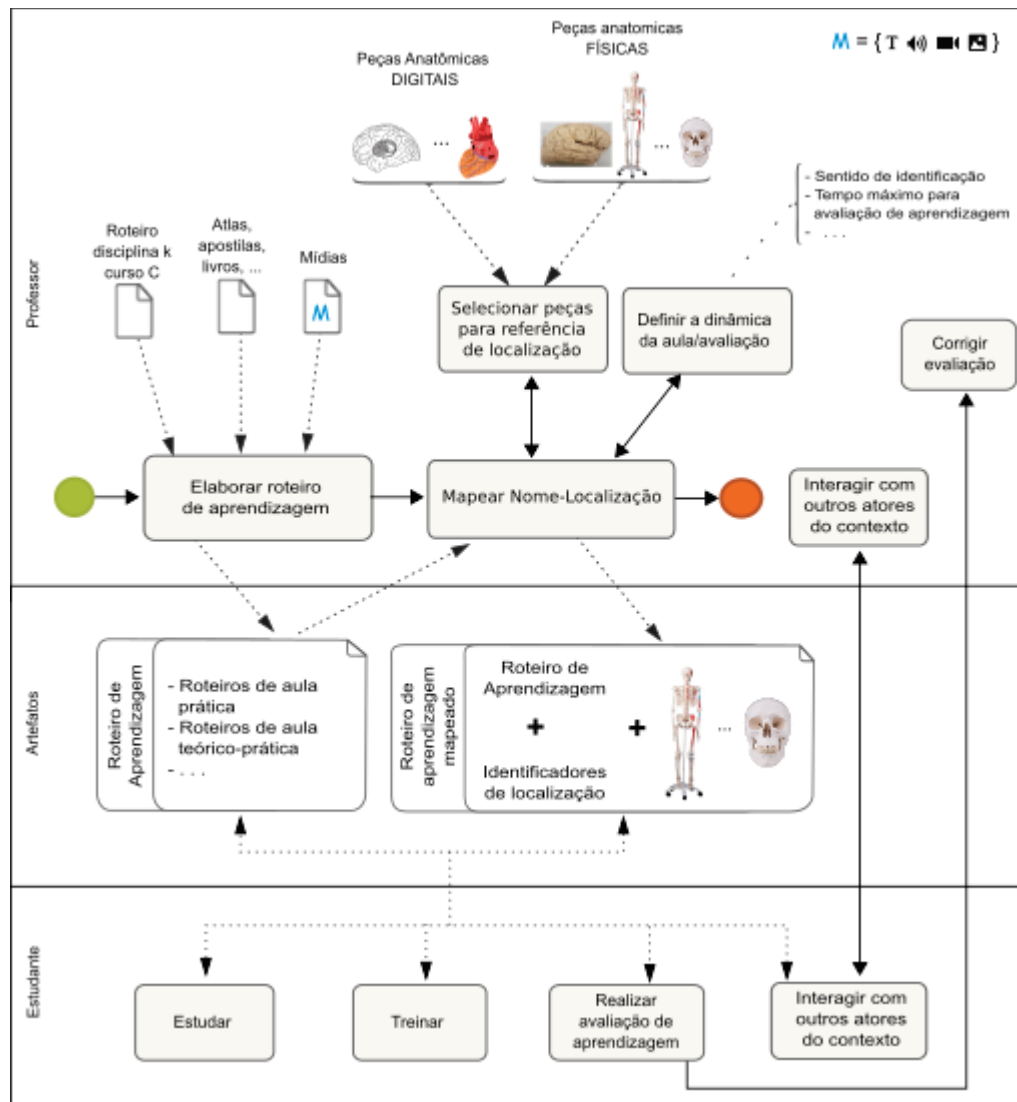
⁵⁷ PR.09: Permitir a identificação anatômica no sentido Localização -> Nome.

PR.12: Disponibilizar a opção Treinamento, em que o estudante localiza as partes anatômicas solicitadas pelo sistema do Anatome, ou nomeia as partes anatômicas cuja localização é informada pelo sistema, recebendo o feedback para verificar seus erros e acertos.

⁵⁸ PR.12: Disponibilizar a opção Treinamento, em que o estudante localiza as partes anatômicas solicitadas pelo sistema do Anatome, ou nomeia as partes anatômicas cuja localização é informada pelo sistema, recebendo o feedback para verificar seus erros e acertos.

⁵⁹ PR.01: Ambiente multiplataforma.

FIGURA 8 - PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA



FONTE: A autora (2018).

O professor mapeia o nome das partes anatômicas (contidas nos roteiros de aprendizagem) em sua localização nas peças, geralmente antes das aulas práticas e teórico-práticas. Para tanto, seleciona as peças anatômicas que serão utilizadas como referência de localização e define a dinâmica da aula. Exemplos de peças anatômicas mapeadas são apresentadas na FIGURA 3 (página 49).

O professor ainda interage com os demais atores do contexto em diferentes tipos de atividades, em aula e horários extraclasses, explicando conteúdos teóricos, respondendo perguntas e apresentando detalhes das peças anatômicas. Ele ainda corrige os trabalhos e avaliações dos estudantes.

Os artefatos produzidos pelo professor aparecem no quadro do meio da FIGURA 8. Eles podem ser Roteiros de aprendizagem ou Roteiros de aprendizagem

mapeados, em que os conhecimentos dos roteiros de aprendizagem são mapeados por meio do nome à localização das partes na peça anatômica. São exemplos de Roteiros de aprendizagem os apresentados no QUADRO 4 (página 47) e no QUADRO 5 (página 48). Um exemplo de Roteiro de aprendizagem mapeado seria o roteiro apresentado no QUADRO 5 utilizado juntamente com as peças setadas apresentadas na FIGURA 6 (página 54).

Nas aulas práticas com identificação anatômica no sentido localização → nome, geralmente utiliza-se um roteiro de aprendizagem mapeado. Os professores, juntamente com desenvolvedores de sistema, podem ainda definir outros artefatos de acordo com o método utilizado para ensino aprendizagem adotado e com a necessidade da disciplina de Anatomia que ministra. Esses artefatos podem ser utilizados nas aulas teóricas, práticas, teórico-práticas, ou em atividades extraclasse dos estudantes.

No quadro inferior da FIGURA 8, as atividades realizadas pelos estudantes são mostradas, sendo estudar, treinar, realizar avaliação de aprendizagem e interagir com demais atores do contexto. Nas atividades de estudo, o estudante acessa o conteúdo dos artefatos elaborados pelos professores para uma aprendizagem declarativa (ANDERSON, 1982). Ele acessa todos os conteúdos para assimilar os conhecimentos disponibilizados, sejam práticos {localização das partes anatômicas e seus respectivos nomes} quanto teóricos {conhecimentos gerais e conhecimentos teóricos associados às partes anatômicas}.

Nas atividades de treinamento, o estudante acessa partes do conhecimento disponibilizado para identificar se ele associa os demais conhecimentos relacionados. A atividade de treinamento é mais dinâmica, repetitiva e tem o objetivo de auxiliar o estudante a tornar seu conhecimento procedimentalizado. Ele pode, por exemplo, ter que nomear as partes anatômicas de uma peça, ou identificar a localização das partes anatômicas de uma peça a partir dos nomes listados em um roteiro, entre outras atividades definidas pelo professor ou pelo seu grupo de estudo para fixar a aprendizagem. A atividade de treinamento facilita ao estudante verificar o quanto já assimilou do conteúdo, permitindo-o identificar as lacunas existentes no seu aprendizado.

4.2. PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA APOIADO POR TECNOLOGIAS INTERATIVAS ACESSÍVEIS

Esta seção apresenta o processo de ensino e aprendizagem de Anatomia apoiado por tecnologias interativas acessíveis propostas neste trabalho. Ele foi modelado a partir do Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia, apresentado na subseção 4.1.1, e da análise das recomendações da versão 2.0 do UDL *Guidelines* traduzida para o Português (CAST, 2011).

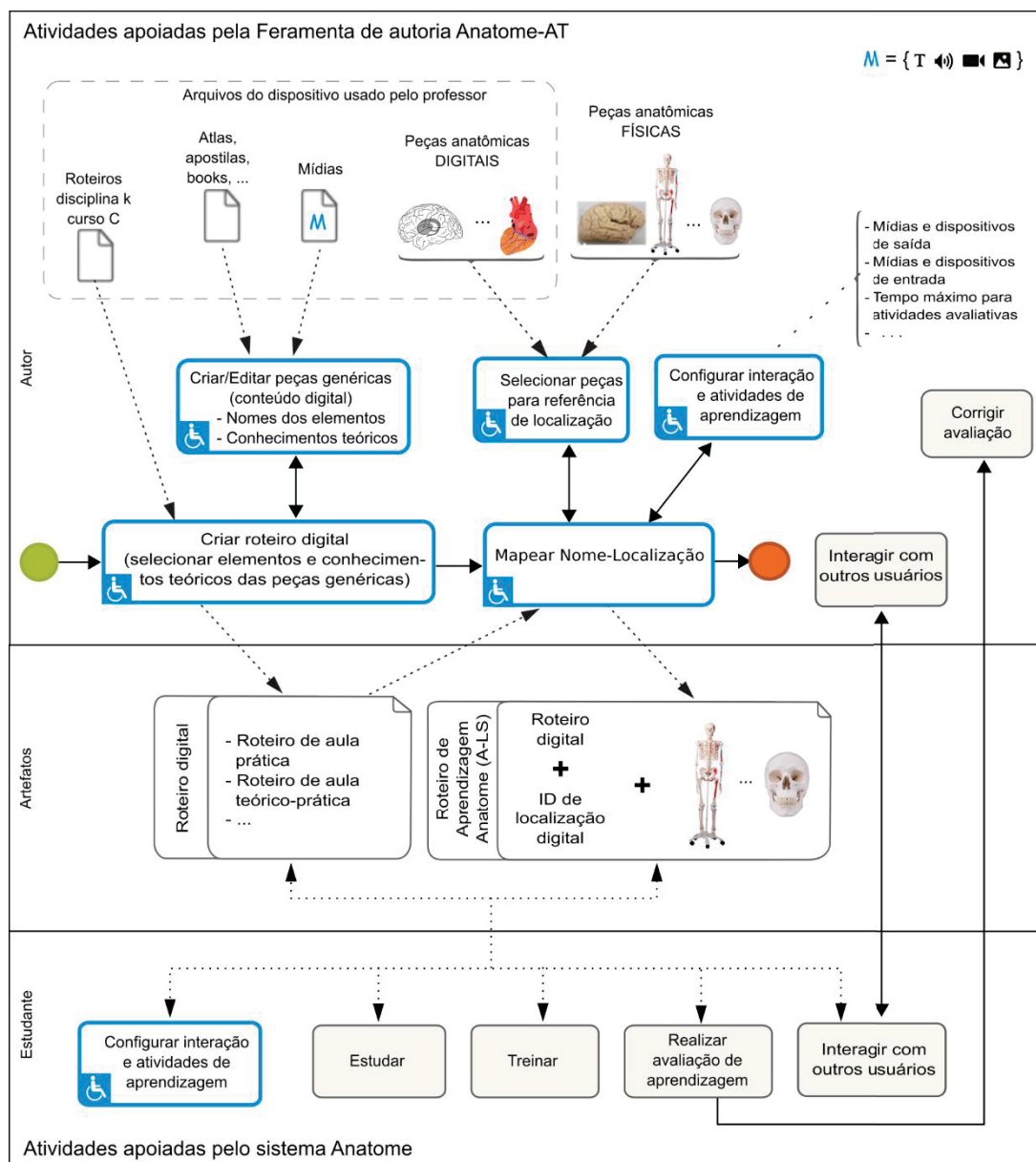
O processo será detalhado com foco nas atividades realizadas pelos atores do contexto indicando as possibilidades que devem ser oferecidas pelas tecnologias. Já os artefatos gerados e usados no processo serão detalhados na seção 4.3.1, a partir da página 74.

A FIGURA 9 apresenta o Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia apoiado por tecnologias interativas acessíveis. Ele mostra os passos para a elaboração de conteúdos pelos autores, os artefatos com os conteúdos elaborados e o uso desses artefatos pelos estudantes. As atividades do processo são representadas em retângulos com cantos arredondados, sendo as que impactam a acessibilidade na aprendizagem representadas em azul com o símbolo internacional de acesso. Setas pontilhadas mostram a relação das atividades e os conteúdos, que podem ser insumos, ou artefatos gerados ou usados na realização da atividade.

As atividades apresentadas no quadro superior da FIGURA 9 são de responsabilidade do professor, mas foi utilizado o termo Autor para definir o executor destas tarefas, já que elas podem ser realizadas também por alunos monitores, tutores ou pós-graduandos sob orientação do professor. Elas devem ser apoiadas por uma tecnologia que denominamos *Ferramenta de Autoria Anatome-AT*. O “AT” do nome da Ferramenta de autoria vem do acrônimo em inglês: *Anatome Authoring Tool* (*Anatome-AT*), para facilitar a relação com as publicações internacionais dos resultados desta tese.

Os artefatos elaborados pelo Autor com o apoio do Anatome-AT são apresentados no quadro do meio da FIGURA 9. Denominamos os artefatos como *Roteiro digital* e *Roteiro de Aprendizagem Anatome (A-LS)*, mantendo também o acrônimo A-LS do nome em inglês *Anatome Learning Script*. As atividades apresentadas no quadro inferior da FIGURA 9 são realizadas pelo Estudante com o apoio da tecnologia que denominamos *Anatome*.

FIGURA 9 - PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA APOIADO POR TECNOLOGIAS INTERATIVAS ACESSÍVEIS



FONTE: Adaptado de FERREIRA et al. (2019).

A elaboração de conteúdos pelo autor inicia-se com a atividade *Criar roteiro digital*, selecionando nomes e conhecimento teórico de partes anatômicas das peças genéricas. Caso algum conteúdo do roteiro da disciplina que está sendo elaborado não esteja cadastrado na peça genérica, o autor deve alternar para a atividade *Criar/Editar peça genérica* para incluí-lo. Para prover acessibilidade a estudantes com diferentes necessidades específicas, cada conteúdo deve poder ser disponibilizado pelo autor usando diferentes mídias {texto, áudio, vídeo, imagem, etc.}. Assim, cada

estudante seleciona a mídia que atenda a necessidade dele, mas todos terão acesso aos mesmos conhecimentos⁶⁰.

Na criação do primeiro roteiro, o autor precisará incluir todas as peças contidas no roteiro em questão. Terminada a inclusão dos conteúdos das peças genéricas, o autor retorna para a atividade *Criar roteiro digital*. Na inclusão de um roteiro de outra disciplina sobre o mesmo assunto, o professor deve poder aproveitar os conteúdos já cadastrados nas peças genéricas e incluir novos. Após incluir conteúdos de vários roteiros, uma peça genérica terá nomes e conhecimentos teóricos das partes anatômicas abordadas em diversas disciplinas. A inclusão de conteúdos teóricos deve ser opcional, e deve ser permitida sua adição incrementalmente, em uso posterior do Anatome-AT para editar o conteúdo de um roteiro.

Ao concluir a atividade *Criar roteiro digital*, o *Roteiro digital* criado passa a fazer parte da base de artefatos gerados. Ele pode, então, ser selecionado para ter o nome das partes anatômicas mapeados para a localização destas partes anatômicas nas peças, na atividade *Mapear nome-Localização*.

A atividade *Mapear nome-Localização* inicia-se com a seleção de um roteiro digital. Em seguida, é realizada a atividade *Selecionar peças para referência de localização*. Pode-se utilizar peças digitais {imagem fotográfica, esquema, desenho, modelo 3D, etc.} ou físicas {cadavérica ou produzida de materiais sintéticos}. Para pessoas videntes⁶¹, por exemplo, pode-se escolher imagens digitais como as apresentadas na FIGURA 11 (c), da página 67. Essas imagens também são interessantes para pessoas tetraplégicas que utilizam o computador usando dispositivos controlados pelo movimento da cabeça ou dos olhos⁶². Já para pessoas cegas, imagens digitais não são acessíveis, sendo necessária a seleção de peças que eles possam explorar de forma tátil.

De volta à atividade *Mapear nome-localização*, o autor deve mapear o nome das partes anatômicas contidas no roteiro digital à sua localização correspondente nas peças selecionadas. Para tanto, cada nome de parte anatômica deve ter um ID

⁶⁰ O Livro [Manual de Acessibilidade em Documentos Digitais](#) (SALTON; AGNOL; TURCATTI, 2017) aborda os conceitos relacionados à acessibilidade e como as pessoas com necessidades específicas usam os meios digitais. Esse conteúdo pode servir como orientação inicial sobre quais conteúdos são acessíveis para pessoas com algumas necessidades específicas.

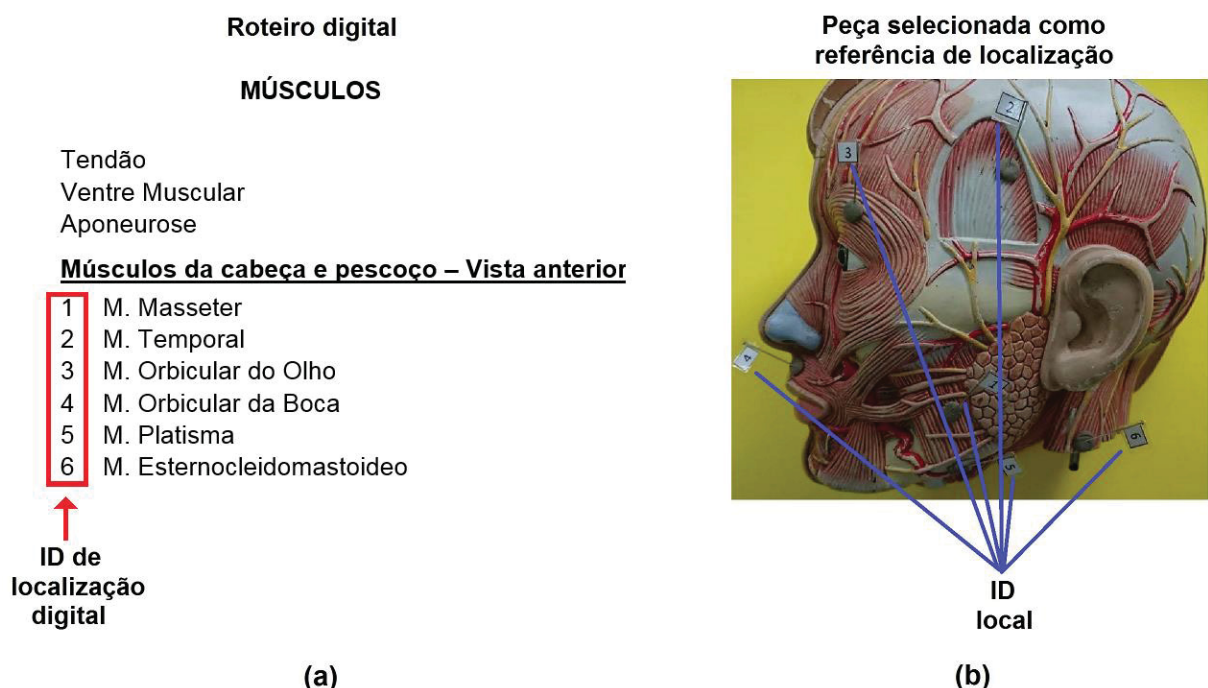
⁶¹ Pessoas que enxergam (normovisuais)

⁶² Na página do Centro Tecnológico de Acessibilidade do Instituto Federal do Rio Grande do Sul tem uma lista de tecnologias assistivas gratuitas que são alternativas ao mouse convencional, tecnologias que podem ser utilizadas por pessoas tetraplégicas: <https://cta.ifrs.edu.br/tecnologia-assistiva/ferramentas-gratuitas-de-ta/#mouse>

de Localização Digital, que irá compor o A-LS, e um ID local na parte anatômica correspondente na peça para referência de localização. Para facilitar a compreensão, a FIGURA 10 apresenta um exemplo de A-LS com os componentes trazidos do contexto, apresentado na Seção 4.1.

Um A-LS sobre músculos da disciplina Anatomia odontológica I seria composto pelo Roteiro digital, com os respectivos IDs de localização digital referente a cada nome de parte anatômica (FIGURA 10 (a)); e as peças selecionadas para referência de localização, com os respectivos IDs local para indicar a localização das partes anatômicas na peça (FIGURA 10 (b)). Os números de 1 a 6 que deram origem ao ID de localização digital são indicados por retângulo vermelho no roteiro, e as setas que deram origem aos IDs local são indicados com linhas azuis. Repare que o número do ID de localização digital do Roteiro digital é o mesmo número do ID local da parte anatômica correspondente na peça. Este mesmo mapeamento é que deve ser feito pelo autor na atividade *Mapear nome-localização*, após a seleção das peças para referência de localização.

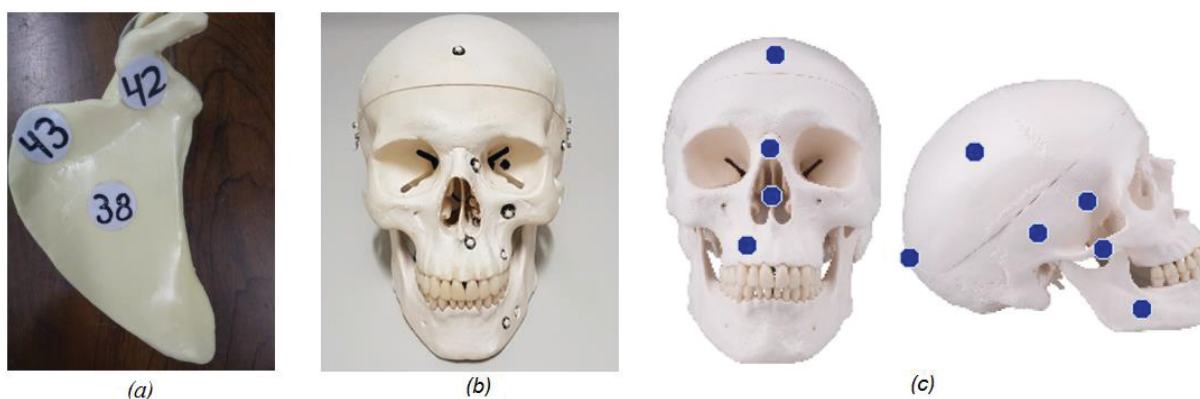
FIGURA 10 - EXEMPLO DE A-LS COM ELEMENTOS DO CONTEXTO: ROTEIRO DIGITAL, COM OS NÚMEROS REFERENTES AOS IDS DE LOCALIZAÇÃO DIGITAL DE CADA PARTE ANATÔMICA (A); PEÇA SELECIONADA PARA REFERÊNCIA DE LOCALIZAÇÃO, COM AS PARTES ANATÔMICAS COM OS RESPECTIVOS IDS LOCAL (B).



FONTE: A autora (2019).

Quando são selecionadas peças físicas para referência de localização, os IDs Locais podem ser setas numeradas, como na FIGURA 10 (b); etiquetas adesivas numeradas em tinta, NFC e braille, como na FIGURA 11 (a); *push buttons*, como na FIGURA 11 (b). Quando são selecionadas imagens digitais de peças para referência de localização, o ID Local pode ser um identificador visual, como os pontos circulares azuis na FIGURA 11 (c). O tipo de ID Local utilizado depende das peças selecionadas para referência de localização e das respectivas tecnologias utilizadas para identificação das partes anatômicas na peça.

FIGURA 11 - EXEMPLOS DE PEÇAS ANATÔMICAS COM DIFERENTES IDENTIFICADORES DE LOCALIZAÇÃO DE PARTES ANATÔMICAS



FONTE: A autora (2019).

O autor deve poder posicionar o ID Local nas partes anatômicas a serem identificadas nas peças e associá-lo com o ID de Localização Digital referente a cada nome de parte do roteiro. Dependendo da disponibilidade de peças da instituição para serem usadas como referência de localização e do tipo de tecnologia utilizada como ID Local, algumas partes anatômicas podem ser inacessíveis. Nesses casos, a parte anatômica deve ser referenciada por outra parte anatômica acessível na superfície da peça em que é possível posicionar um ID Local. Estes casos são detalhados na seção 4.2.1, a partir da página 70.

Na atividade *Configurar interação e atividades de aprendizagem*, o autor define os parâmetros das atividades de aprendizagem a serem realizadas pelo estudante. Pode-se selecionar a mídia de saída a ser disponibilizada no A-LS, dentre usados para criar os conteúdos das peças genéricas selecionadas no roteiro. Por exemplo, se o conteúdo do roteiro selecionado é disponibilizado em *texto* e *vídeo em libras*, ele seleciona *texto* caso não tenha alunos surdos na turma naquele semestre.

Pode-se selecionar também a mídia de entrada, para definir como o estudante deve responder o sistema {texto, áudio, vídeo}. Para a seleção das entradas e saídas de conteúdos deve-se considerar, além das necessidades específicas dos usuários, o contexto de utilização {local privado, laboratório compartilhado com os demais estudantes da turma, etc.}. Se os estudantes forem realizar uma avaliação em um laboratório compartilhado, a entrada por voz não seria adequada.

Para cada tipo de entrada selecionado, deve-se configurar o tempo máximo de resposta, uma vez que gravar um áudio é mais rápido do que digitar um texto com a mesma resposta. Além disso, o professor pode adequar os tempos de acordo com as características dos estudantes daquela turma ou criar um A-LS para um aluno específico, quando algum estudante tem direito a mais tempo para realização das atividades devido à alguma deficiência ou dificuldade de aprendizagem, por exemplo. Isso significa que Roteiro digital sobre um assunto de uma disciplina Anatomia pode ser usado para fazer vários A-LS.

Por exemplo, o autor pode mapear um Roteiro digital a um conjunto de peças anatômicas sintéticas, para construir um A-LS para ser explorado por pessoas cegas; e mapear o mesmo Roteiro digital a um conjunto de peças anatômicas digitais, para construir um outro A-LS para ser explorado por uma pessoa tetraplégica, que usa dispositivos que controlam o computador com mouse controlado pelo movimento da cabeça⁶³. O estudante sem deficiência pode utilizar qualquer dos dois A-LSs, de acordo com sua preferência, pois os dois modelos são acessíveis a ele. Um outro caso é o professor ministrar a mesma disciplina em instituições diferentes e utilizar o mesmo Roteiro digital para mapeá-lo para o conjunto de peças de cada instituição.

Ainda na atividade *Configurar interação e atividades de aprendizagem*, é necessário selecionar, dentre as opções implementadas, aquela que será utilizada para o estudante indicar a localização de uma parte anatômica na peça para referência de localização. Por exemplo, se as partes anatômicas de uma peça tiverem com etiqueta numeradas em tinta, braille e NFC, pode-se utilizar a entrada por digitação, fala ou por leitor NFC. Ou, se estiver sendo usada uma câmera e um sistema de reconhecimento de padrões, o estudante pode apontar o dedo, tocando na parte anatômica a ser identificada pelo sistema. Ou, se a peça utilizada for imagem digital,

⁶³ Lista de tecnologias assistivas gratuitas que são alternativas ao mouse, tecnologias que podem ser utilizadas por pessoas tetraplégicas: <https://cta.ifrs.edu.br/tecnologia-assistiva/ferramentas-gratuitas-de-ta/#mouse>

o estudante pode clicar no identificador visual correspondente à parte anatômica, ou se os identificadores visuais forem numerados, pode-se permitir também a entrada por digitação ou fala.

Terminado o processo de elaboração de conteúdos, o autor disponibiliza o Roteiro de aprendizagem Anatome (A-LS) na base de artefatos e ele pode ser utilizados pelos estudantes. Na seção 4.3.2.1, a partir da página 79, tem o detalhamento das atividades para elaboração de conteúdos para apoiar a aprendizagem da identificação anatômica.

As outras atividades dos autores são *Interagir com outros usuários* e *Corrigir avaliação*. A forma como estas atividades ocorrerão, dependerá do tipo de A-LS criado pela equipe de desenvolvimento que irá implementar as tecnologias com base nos modelos aqui propostos.

As atividades realizadas pelos estudantes estão representadas no quadro inferior da FIGURA 9, da página 64. A atividade *Configurar a interação e atividades de aprendizagem* confere acessibilidade ao modelo. É nesta atividade que o estudante seleciona qual mídia, dentre as disponibilizadas no A-LS em uso, ele utilizará para ter acesso ao conteúdo. Caso o conteúdo do roteiro esteja disponibilizado em texto e vídeo em Libras, por exemplo, os estudantes surdos podem acessar os conteúdos por meio de vídeo em Libras, os estudantes cegos podem acessá-los por texto convertido em áudio, e os sem deficiência provavelmente irão escolher acessá-los por texto ou por texto convertido em áudio. O estudante deve poder escolher também a forma de entrada de dados {por exemplo, digitação, voz, gestos, sensores NFC, etc.} dentre os disponíveis na configuração realizadas pelo autor para A-LS em uso.

É também na atividade de configuração que os estudantes podem variar a forma de utilizar o roteiro de aprendizagem. No treinamento, por exemplo, o estudante pode definir a quantidade de tentativas ele pode ter para acertar uma resposta e definir o tempo máximo para estas respostas. Assim, ele poderá ir aumentando os desafios de acordo com a evolução da própria aprendizagem.

As demais atividades apoiadas pelo Anatome têm relação com o tipo de A-LS implementado. Nas atividades de *Estudo* o sistema Anatome apresenta as informações, como uma leitura de um livro ou atlas. Nas atividades de *Treinamento* o sistema solicita as informações para que o estudante entre com as respostas e, pelo *feedback* do sistema, possa verificar seus erros e acertos. As atividades de *Avaliação* são similares ao *Treinamento*, mas os parâmetros são definidos pelos professores,

como também correção das respostas dos estudantes. Nas atividades de interação, os estudantes interagem entre si ou com os demais atores do contexto. Como estas atividades irão ocorrer, dependerá do tipo de A-LS criado pela equipe de desenvolvimento que irá implementar as tecnologias com base nos modelos aqui propostos. Na seção 4.3.2.2, a partir da página 85, tem alguns exemplos destas atividades instanciadas a partir de A-LSs construídos para apoiar a aprendizagem de Identificação anatômica.

4.2.1. Partes anatômicas referenciadas

Uma parte anatômica referenciada é aquela que não é passível de ter sua localização na peça identificada com um ID Local, e precisa ser referenciada por outra parte anatômica da peça que tem ID Local mapeado.

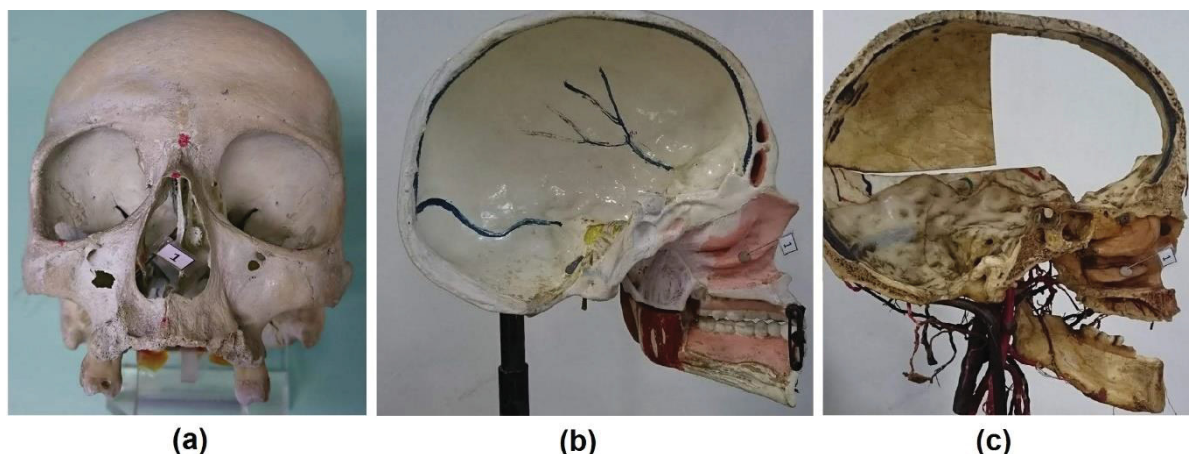
Considere um A-LS sobre sistema ósseo com peças sintéticas para serem utilizadas por pessoas cegas. Nesse caso, alfinetes com setas numeradas, como as utilizadas nas peças da FIGURA 12, não são apropriadas, pois podem se deslocar ou causar ferimento durante a manipulação. Portanto, deve-se utilizar IDs Locais fixos, que possam ser explorados por meio do tato sem o risco de se deslocarem ou causar ferimento. Etiquetas adesivas numeradas em tinta e em braille poderiam ser usadas como IDs Locais nesse caso.

Considere parte anatômica *Concha nasal inferior*, cuja localização está indicada pela seta com alfinete de número 1 nas peças da FIGURA 12. Se a instituição dispõe somente de crânios sem corte, como o apresentado na FIGURA 12 (a) para ser usado como referência de localização das partes do crânio, não seria adequado adesivar o ID Local {etiqueta em braille} na *Concha nasal inferior*. Isso porque ela está localizada na parte interna da cavidade nasal, não permitindo aos cegos lerem a etiqueta de forma tátil. Logo, a *Concha nasal inferior* deve ser referenciada por outra parte anatômica na qual se possa adesivar a etiqueta em braille. Por exemplo, pode-se referenciá-la pela *Maxila*, indicando a localização da parte referenciada em relação à parte que referencia {A parte *Concha nasal inferior* em relação à *Maxila*: *está localizada medialmente à essa e lateralmente ao septo nasal*}; e da parte que

referencia em relação à parte referenciada {A localização da parte Maxila em relação à Concha nasal inferior: *localizada lateralmente a ela*}⁶⁴.

Para que a Concha nasal inferior ficasse acessível na superfície de uma peça, a instituição deveria dispor de um crânio com corte sagital mediano sintético, como o da FIGURA 12 (b), ou natural, como mostra a FIGURA 12 (c). Aí sim poderia ser adesivada a etiqueta em braille para os cegos lerem com o tato o número da etiqueta posicionado nesta parte anatômica.

FIGURA 12 - EXEMPLO DE PEÇAS DE CRÂNIO COM A CONCHA NASAL INFERIOR COM ID LOCAL DE SETAS COM ALFINETE EM PEÇA NATURAL SEM CORTE (A), EM PEÇA SINTÉTICA COM CORTE SAGITAL MEDIANO (B) E EM PEÇA NATURAL COM CORTE SAGITAL MEDIANO (C).



FONTE: A autora (2019).

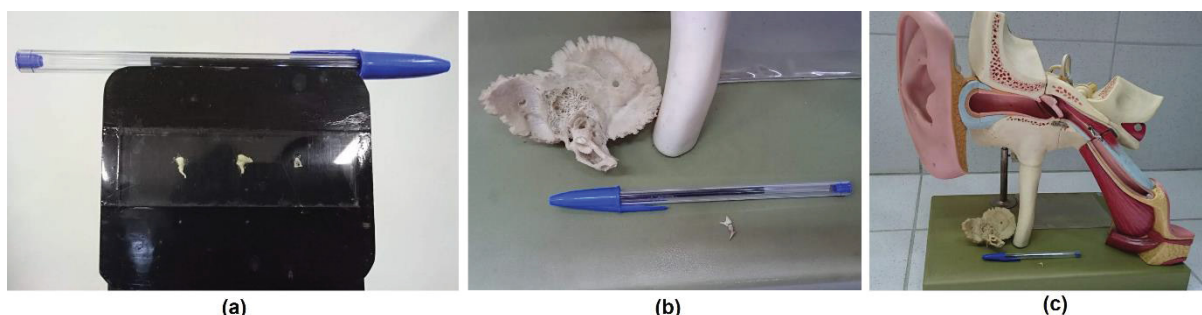
Também é difícil colocar ID Local em partes anatômicas muito pequenas, como é o caso dos ossículos da orelha média, apresentados na FIGURA 13. Foi utilizada uma caneta Bic perto das peças para se ter referência de tamanho. A primeira imagem (a) mostra os ossículos martelo, bigorna e estribo naturais em tamanho real; a segunda (b) mostra o ossículo martelo e o osso temporal, que abriga os ossículos do ouvido em sua estrutura, também naturais em tamanho real; e a terceira (c) mostra o ossículo martelo e o osso temporal naturais próximos à uma peça sintética de orelha ampliada, muito utilizada para ensino das partes anatômicas da orelha. Se a instituição não dispõe de peça de orelha ampliada com corte, ou das peças ampliadas

⁶⁴ Neste trabalho foi realizada uma tentativa de padronização de texto para facilitar a entrada dos dados pelos professores, como pode ser visto na FIGURA 41 (página 128). Os estudantes podem acessar pelo Anátome os conhecimentos das partes referenciadas, como pode ser visto na FIGURA 49 {Vômer} (página 139) e FIGURA 51 {Concha Nasal inferior} (página 141).

representando esses ossículos, não seria possível adesivar etiqueta em braille para setar a localização dessas partes, para que pessoas cegas possam explorá-las. Assim, elas precisariam ser referenciadas por outras partes setadas na superfície da peça disponível na instituição.

No caso dos ossículos da orelha, seria difícil posicionar um ID Local de setas numeradas com alfinetes até mesmo para pessoas sem deficiência estudá-las. Quando a instituição não tem peças ampliadas a disposição, os professores geralmente contornam essa limitação usando imagens ampliadas, sejam digitais ou impressas nos livros e atlas, mas elas não são acessíveis aos cegos. Assim, os professores geralmente explicam estas partes a partir de outras partes anatômicas acessíveis na superfície de uma peça e, depois, deixa as pessoas cegas manipulá-las em tamanho real, quando se tem essas peças em tamanho real disponíveis na instituição.

FIGURA 13 - OSSÍCULOS DA ORELHA EM TAMANHO REAL (A) E ORELHA AMPLIADO (B) E EM PEÇA NATURAL COM CORTE SAGITAL MEDIANO (C).



FONTE: A autora (2019).

Durante a realização da pesquisa que resultou nesta tese foi realizada uma tentativa de padronização de entrada da localização da parte referenciada em relação à que referencia, e da localização da parte que referencia em relação à localização da referenciada:

- Da parte referenciada para a parte que a referencia:
Padrão: A parte <parte referenciada> em relação à parte <parte que referencia> **está localizada** <localização relativa>
Exemplo: A parte Concha Nasal Inferior em relação à parte Maxila **está localizada** lateralmente a ela

- Da parte que referencia para a parte referenciada:

Padrão: A parte <parte que referencia> em relação à parte <parte referenciada> **está localizada** <localização relativa>

Exemplo: A parte Concha Nasal Inferior em relação à parte Maxila **está localizada** medialmente a ela e lateralmente ao septo nasal

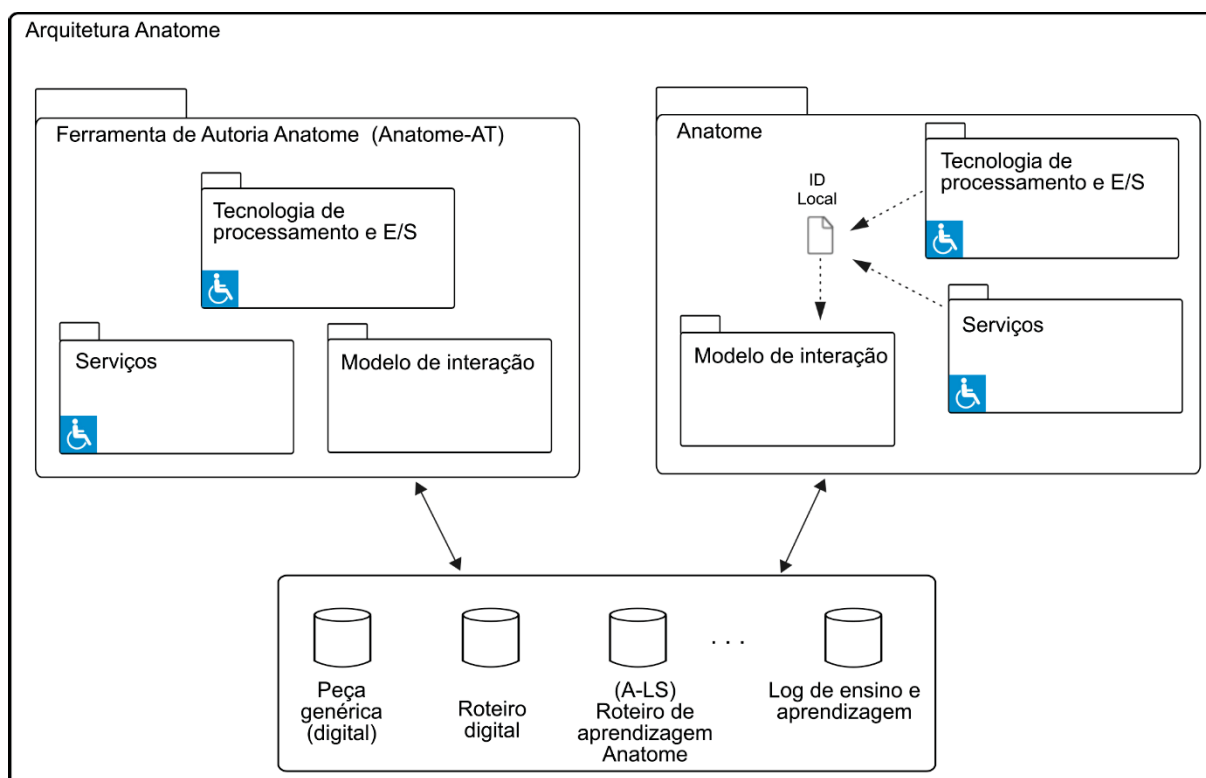
O uso da padronização pode ser visto no roteiro exemplo para os conceitos referenciados pela Maxila (FIGURA 18, na página 86), na inserção destas informações pelos professores usando o protótipo da Ferramenta de Autoria Anatome-AT (FIGURA 41, na página 136), e em vários exemplos de interação de aprendizagem dos estudantes usando o protótipo do Anatome (seção 5.2, a partir da página 136). Entretanto, essa padronização deve ser revisada e testada com mais professores de Anatomia, para ficar adequada e mais fácil de ser utilizada pelos professores.

4.3. ARQUITETURA ANATOME: ARQUITETURA INTEGRADA DAS TECNOLOGIAS MODELADAS

Esta seção apresenta a arquitetura proposta para as tecnologias aqui modeladas. A FIGURA 14 apresenta os módulos de cada uma delas, sendo os que impactam na acessibilidade da aprendizagem de Anatomia representados juntamente com o símbolo internacional de acesso.

A Ferramenta de Autoria Anatome-AT é o sistema modelado para dar suporte à elaboração dos conteúdos acessíveis pelos autores. O Anatome é o sistema modelado para dar suporte à aprendizagem de Anatomia por todos os estudantes, com ou sem deficiência, com ou sem necessidades específicas. E o repositório compartilhado que aparece na parte inferior da FIGURA 14 armazena os artefatos com os conteúdos elaborados com o apoio da Ferramenta de Autoria Anatome e usados por meio do sistema Anatome. As tecnologias serão detalhadas em seções específicas, iniciando pelo repositório compartilhado, pois a estrutura dos artefatos influencia na construção do módulo Modelo de interação da Ferramenta de Autoria Anatome e do sistema Anatome. Logo, a apresentação nessa ordem visa facilitar a compreensão da arquitetura das tecnologias propostas.

FIGURA 14 - ARQUITETURA INTEGRADA DAS TECNOLOGIAS.



FONTE: Adaptado de FERREIRA et al. (2019).

Os exemplos utilizados para exemplificar os componentes da estrutura proposta foram elaborados para apoiar a aprendizagem da identificação anatômica. Porém, como a arquitetura proposta é genérica, ela deve ser adaptada de acordo com o método utilizado pelos professores que compõem a equipe de desenvolvimento das tecnologias modeladas nesta tese.

4.3.1. Repositório compartilhado: os artefatos, o A-LS e logs do sistema

O repositório compartilhado, apresentado na parte inferior da FIGURA 14, armazena os artefatos gerados e usados no processo de ensino e aprendizagem de Anatomia, e os logs dos sistemas. Os artefatos devem armazenar os conhecimentos sobre Anatomia elaborados pelo autor com o apoio da Ferramenta de Autoria Anatome. Esses conhecimentos devem ser utilizados pelos estudantes com o apoio do sistema Anatome. Os artefatos foram classificados em: *Peça genérica*, *Roteiro digital* e *Anatome Learning Script (A-LS)*.

Se os artefatos propostos na arquitetura (FIGURA 14) forem comparados aos artefatos presentes no Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia apoiado por

tecnologias interativas (FIGURA 9, na página 64), percebe-se que *Peça genérica* não aparece como artefato no Processo. Isso ocorreu pela observação de que os professores de Anatomia constroem seus conteúdos em termos de roteiros, e não de forma componentizada como os desenvolvedores de sistema. Sendo assim, *Peça genérica* aparece na arquitetura proposta e serve para facilitar o reuso dos conteúdos das peças geradas durante a elaboração dos *Roteiros digitais* pelos professores.

Uma *Peça genérica* deve ter o conteúdo digital relacionado a uma peça {*esqueleto, crânio, encéfalo, etc.*}, que pode ser usada em vários *Roteiros digitais* de diversas disciplinas em diferentes cursos. O *Roteiro digital* deve conter o conteúdo de uma unidade de ensino de uma disciplina, e deve poder ser elaborado com uma ou mais peças anatômicas. Cada conhecimento associado a uma peça genérica e roteiro deve poder ser disponibilizado em uma ou mais mídias. Isso significa que o mesmo conhecimento deve poder ser disponibilizado em texto (que pode ser lido ou convertido em áudio durante o uso), em áudio gravado, em imagem, em vídeo (em língua oral-auditiva ou em língua de sinais) etc.

Tomando como base os roteiros apresentados no QUADRO 4 (da página 47) e no QUADRO 5 (da página 48), usados como exemplo na seção 4.1, deve-se ter dois *Roteiros digitais* sobre a unidade de ensino “Músculos”, um para a disciplina Anátomo-Cinesiologia e outro para a disciplina Anatomia Odontológica I. Esses dois roteiros devem ter pelo menos uma peça chamada “Músculos da cabeça e pescoço” para referência de localização, cujos nomes e conhecimentos teóricos foram selecionados da mesma *Peça genérica* “Músculos da cabeça e pescoço”. E, a *Peça genérica* “Músculos da cabeça e pescoço”, por sua vez, deve conter as partes anatômicas abordadas nas duas disciplinas. A cada inclusão de um novo roteiro digital que use a peça “Músculos da cabeça e pescoço”, os conhecimentos já relacionados a essa *Peça genérica* devem poder ser selecionados para compor o novo roteiro (reuso). Caso ainda não tenha algum conhecimento necessário para esse novo roteiro em elaboração, deve-se poder cadastrá-lo na *Peça genérica* “Músculos da cabeça e pescoço”.

O *Roteiro de Aprendizagem Anatome (A-LS)* é um Roteiro de aprendizagem mapeado. Ele deve ter o conteúdo do *Roteiro digital* selecionado, com conhecimentos disponíveis nas mídias definidas pelo autor; mais o ID de localização digital de cada parte anatômica das peças do *Roteiro digital*; mais as peças selecionadas como

referência para localização; mais o ID local de cada parte anatômica setada nas peças selecionadas como referência para localização.

Deve-se poder criar quantos A-LS forem necessários a partir de um *Roteiro digital*. Cada A-LS criado tem:

- os conhecimentos do Roteiro digital disponíveis nas mídias definidas pelo autor (saídas, dentre as disponíveis no roteiro digital selecionado);
- os tipos de mídia que podem ser usados para respostas dos estudantes (entrada);
- um conjunto de peças selecionadas para referência de localização;
- IDs de localização digital e ID local definidas pelo autor (dentre as implementadas nas tecnologias que estão sendo utilizadas);
- um conjunto de parâmetros para realização das atividades (tempo de resposta para cada mídia/ID local definido).

Cada um desses parâmetros deve ser definido de acordo com as necessidades dos estudantes que utilizarão aquele A-LS.

A seção 4.3.1.1 apresenta exemplos de artefatos modelados para a identificação anatômica. Outros Roteiros digitais e A-LSs podem ser criados, como banco de questões com perguntas e respostas para orientar estudantes para preparação para avaliações teóricas, por exemplo. Assim, a organização dos nomes das partes anatômicas e conhecimentos teóricos associados podem estar em outra estrutura de acordo com o tipo de questão {aberta, múltipla escolha, verdadeiro ou falso, etc.}. A estrutura do Roteiro digital e A-LS deve ser construída pela equipe de desenvolvimento que for implementar as tecnologias a partir dos modelos propostos.

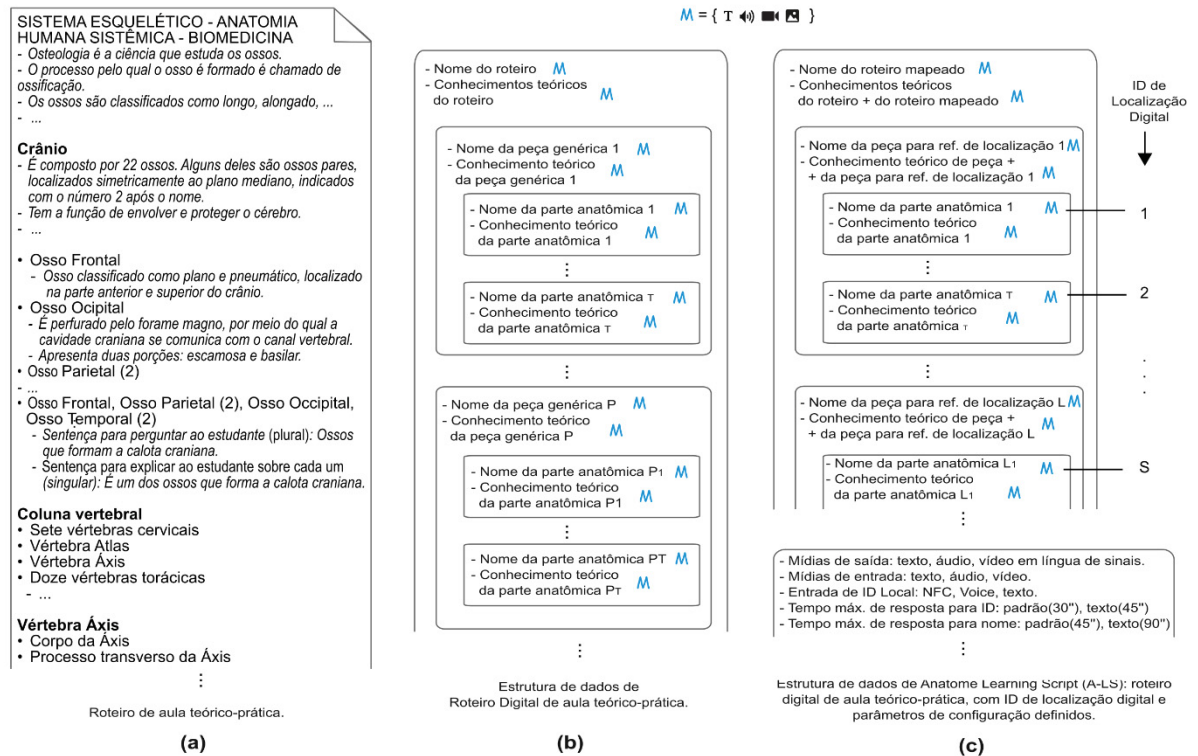
O repositório compartilhado tem também o *Log de ensino e aprendizagem* gerado pelos sistemas. Por exemplo, o sistema Anatome registra respostas das avaliações realizadas pelo estudante. A Ferramenta de Autoria Anatome permite ao professor corrigir as respostas dos estudantes e registrar a nota atribuída pelo professor na correção da avaliação.

4.3.1.1. Exemplo de artefatos para a identificação Anatômica

A FIGURA 15 mostra um exemplo de conteúdo de Roteiro de aula teórico-prática (a), a estrutura de dados do Roteiro digital correspondente (b), e a estrutura de dados do Roteiro de aprendizagem Anatome (A-LS) correspondente (c). Os

elementos são apresentados indicando o que deve ser permitido ao se definir a estrutura dos artefatos para a identificação anatômica.

FIGURA 15 - EXEMPLO DE CONTEÚDO E ESTRUTURA DE DADOS DO ROTEIRO DIGITAL E DO ROTEIRO DE APRENDIZAGEM ANATOME (A-LS).



FONTE: Adaptado de FERREIRA et al. (2019).

Na FIGURA 15 (a), apresenta o nome do roteiro {Sistema Esquelético - Anatomia Humana Sistêmica – Biomedicina}, o nome das peças do roteiro {Crânio, Coluna vertebral, Vértebra Áxis}, e o nome das partes anatômicas de cada peça {Osso Frontal, Osso Occipital, ..., Sete vértebras cervicais, Vértebra Atlas, Vértebra Áxis, ..., Corpo da Áxis, Processo transversal da Áxis, ...}. Cada elemento do roteiro (roteiro, peças, partes) deve ter um nome. Cada nome de elemento pode ter um ou mais conhecimentos teóricos associados. O nome do elemento deve ser obrigatório e o conhecimento teórico deve ser opcional.

Também deve ser possível associar um conhecimento teórico a várias partes anatômicas {Ossos que formam a calota craniana é um conteúdo associado a quatro partes: Osso Frontal, Osso Parietal, Osso Occipital e Osso Temporal}. Nesses casos, é necessário incluir o mesmo conteúdo em uma sentença no singular {É um dos ossos que forma a calota craniana}. O conteúdo no plural será necessário para se referir a

todas as partes de uma única vez e no singular para se referir à cada parte separadamente. Exemplos de uso da sentença no plural podem ser visualizados no segundo exemplo da FIGURA 50 (página 146) e na parte inferior da FIGURA 53 (página 151). Exemplos de uso da sentença no singular podem ser vistas na parte superior direita da FIGURA 48 (página 143).

Deve ser possível também associar um conhecimento a várias partes *ordenadas*, para indicar fluxos ou sequência de estruturas anatômicas {Sistema: *Organização dos núcleos cerebelares de lateral para medial*. Estudante: indica a localização do *núcleo dentado*, *núcleo emboliforme*, *núcleo Globoso* e *núcleo fastigial* na peça *Cerebelo*}.

A FIGURA 15 (b) mostra a estrutura de dados de um *Roteiro digital*. Um roteiro é composto por peças anatômicas. Uma peça é composta por partes anatômicas. Todo conhecimento deve poder ser disponibilizado usando diferentes mídias {texto, áudio, vídeo, imagem, etc.}, representado na imagem pela letra *M* estilizada e de cor azul.

A FIGURA 15 (c) mostra a estrutura ou dados instanciados de um A-LS. Note que a estrutura de dados é a mesma, mas as peças contidas no Roteiro digital (FIGURA 15 (b)), e no A-LS (FIGURA 15 (c)) são diferentes. Isso porque as peças que compõem o A-LS devem ser aquelas selecionadas para a referência de localização. Por exemplo, para mapear o conteúdo de uma peça *Crânio* do Roteiro digital, deve ser permitida a seleção de uma ou mais peças para referência de localização, como {*Crânio infantil*, *crânio de homem neandertal*, *Crânio adulto com corte transversal*, etc.}. Cada peça selecionada como referência de localização tem seus respectivos conhecimentos teóricos associados {*Crânio infantil*: crânio de tamanho real de uma criança de três meses produzido em material sintético; ...; *Crânio de homem neandertal*: crânio natural com arcadas supraciliares proeminentes, com calota craniana trincada...}, incluindo principalmente as características de cada peça especificamente {corte, tamanho, etc.}. O A-LS deve ter o ID de Localização Digital, nesse exemplo referenciado com números, e os parâmetros de configuração, apresentados na parte inferior da FIGURA 15 (c). Quando forem utilizadas *peças digitais* para referência de localização, elas também irão compor a estrutura do A-LS.

4.3.2. Modelo de interação: o módulo pedagógico dos sistemas

O *Modelo de interação* é o módulo responsável por definir como será a interação entre os usuários e os sistemas. Ele é o responsável pela parte pedagógica nas tecnologias, pois implementa o método a ser utilizado para o ensino e aprendizagem. Nesta seção, serão apresentados exemplos que compõem o Módulo *Modelo de interação* dos sistemas propostos, elaborados considerando o ensino e aprendizagem da identificação anatômica.

Na seção 4.3.2.1 são apresentados os diagramas de atividade que compõe o módulo *Modelo de interação* da Ferramenta de Autoria Anatome-AT, na seção 4.3.2.2 os diagramas que representam as atividades Estudo e Treinamento por meio do Anatome, e na seção 4.3.2.3 os diagramas representando a Avaliação de aprendizagem, que tem interação tanto do sistema Anatome quanto da Ferramenta de Autoria Anatome-AT.

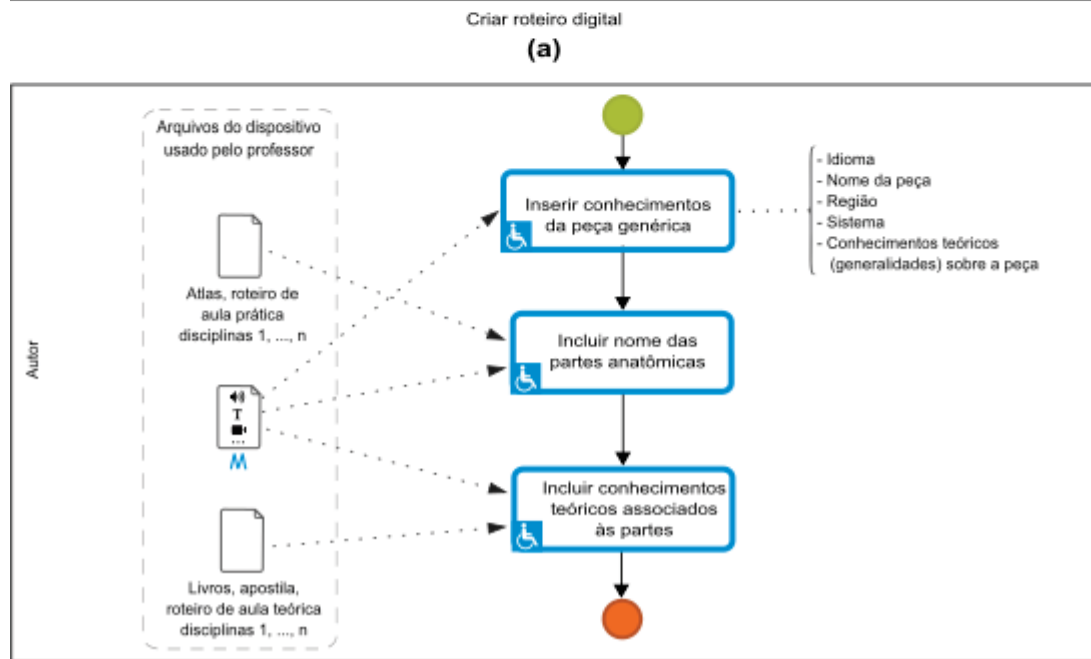
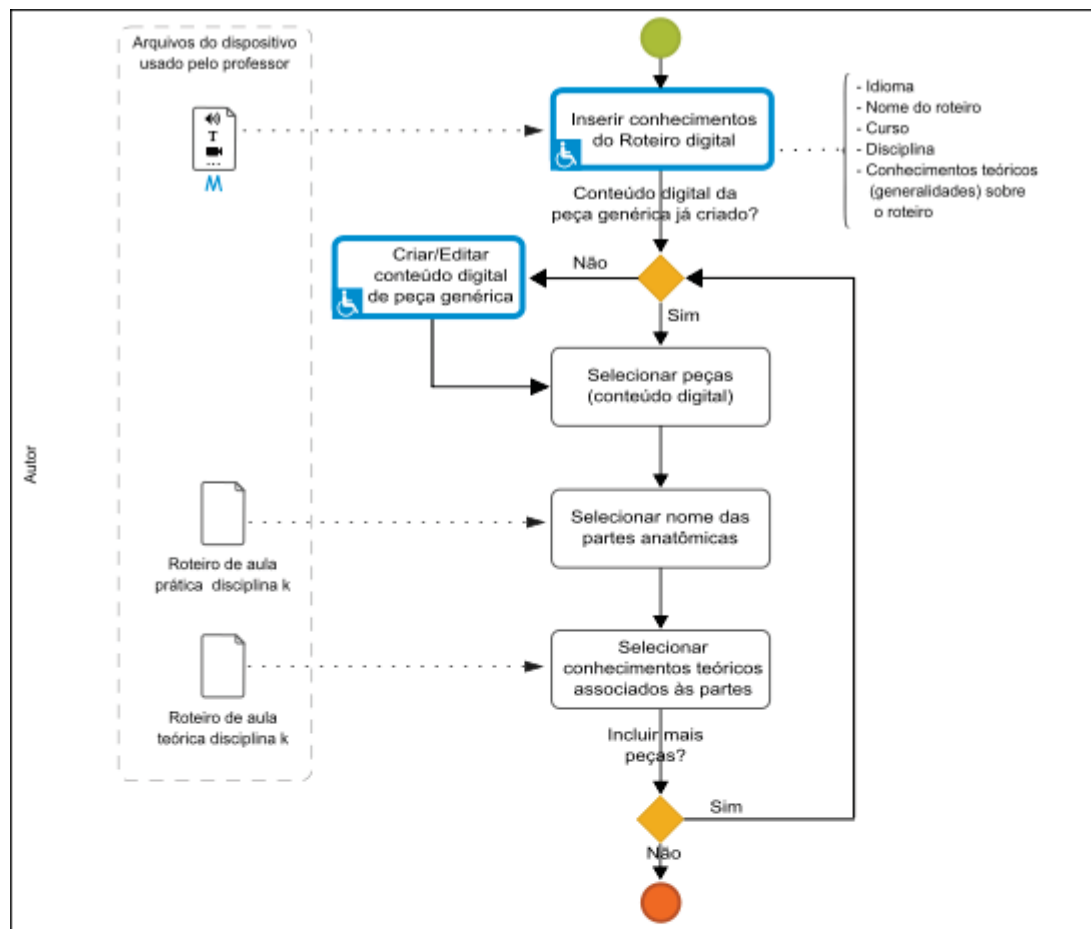
Os diagramas de atividade que compõem os módulos *Modelo de interação* dos sistemas representam o detalhamento das atividades do Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia apoiado por tecnologias interativas acessíveis, apresentado na FIGURA 9 (página 64). O nome da atividade que está tendo sua interação detalhada aparece abaixo da imagem e o responsável pela execução aparece na parte lateral direita dos diagramas. Por exemplo, na FIGURA 16 (a) a atividade detalhada é *Criar roteiro digital* e o responsável pela execução é o Autor.

Nos diagramas de atividade, as atividades são representadas em retângulos com cantos arredondados, sendo as que impactam a acessibilidade na aprendizagem representadas em azul com o símbolo internacional de acesso. Setas pontilhadas mostram a relação das atividades e os conteúdos, que podem ser insumos, ou artefatos gerados ou usados na realização da atividade.

4.3.2.1. Exemplo de Modelo de interação da Ferramenta de Autoria Anatome-AT

Esta seção apresenta exemplos de atividades que compõem o Modelo de interação da Ferramenta de Autoria Anatome-AT para a elaboração de Roteiros de Aprendizagem Anatome (A-LS), para a identificação anatômica. Os conteúdos do roteiro na FIGURA 15 (a) serão utilizados como exemplo de entrada, apresentados entre chaves. A FIGURA 16 (a) apresenta as atividades realizadas pelo autor para

FIGURA 16 - ATIVIDADES CRIAR ROTEIRO DIGITAL (a) E CRIAR PEÇA GENÉRICA PARA IDENTIFICAÇÃO ANATÔMICA (b).



FONTE: A autora (2018).

Criar um Roteiro digital; e a FIGURA 16 (b) as atividades para a Criação/Edição de peças genéricas, ativadas a partir da atividade criar de Roteiro digital.

Para *Criar um roteiro digital*, o autor insere os conhecimentos sobre o roteiro, como idioma dos conteúdos que ele irá inserir {Português}, nome do roteiro {Sistema esquelético}, o curso {Biomedicina} e disciplina {Anatomia Humana Sistêmica} daquele roteiro, e os conhecimentos associados ao roteiro {Osteologia é a ciência que estuda os ossos; O processo pelo qual o osso é formado é chamado de ossificação; Os ossos são classificados como longo, alongado, ...}.

Quando o conteúdo da peça genérica já está cadastrado, basta selecionar a peça {Crânio}, selecionar o nome das partes anatômicas daquela peça {Osso Frontal; Osso Occipital; Osso Parietal (2)}, e selecionar os conhecimentos teóricos associados a cada parte anatômica {Osso Frontal: Osso classificado como plano e pneumático, localizado na parte anterosuperior do crânio. Osso Occipital: É perfurado pelo forame magno, por meio do qual a cavidade craniana se comunica com o canal vertebral; Apresenta duas porções: escamosa e basilar. Osso Parietal (2): Osso Frontal, Osso Parietal (2), Osso Occipital: Ossos que formam a calota craniana}. Depois, seleciona a próxima peça, suas partes e conhecimentos teóricos das partes.

Quando uma peça do roteiro não está cadastrada, passa-se para a atividade Criar/Editar conteúdo de peça genérica. Então, o autor insere os conhecimentos sobre a peça, como idioma dos conteúdos que ele irá inserir {Português}, nome da peça {Coluna vertebral}, a região onde ela está localizada {Tronco}, sistema {Esquelético}, conhecimentos teóricos referentes às partes anatômicas. Finalizada a inclusão/edição dos conteúdos das Peças genéricas, volta-se para a atividade *Criar roteiro digital* e seleciona-se as demais peças genéricas, partes e conhecimentos teóricos que compõem o roteiro.

Na FIGURA 16 (a), repare que a atividade *Inserir conhecimento teórico do roteiro* influencia na acessibilidade do roteiro. Isso porque cada conhecimento disponibilizado {nome do roteiro, curso, disciplina etc.} deve poder ser inserido em diferentes mídias {texto, áudio, vídeo}. A atividade *Criar/Editar conteúdo digital de peça genérica* também influencia na acessibilidade do roteiro, pois tem entrada de conhecimento em todas as atividades que a compõe, que são apresentadas na FIGURA 16 (b). Cada conhecimento deve poder ser inserido em diferentes mídias. Isso permitirá criar A-LS a partir desse roteiro para estudantes com diferentes necessidades {surdos, cegos, baixa visão, sem deficiência etc.}.

A elaboração dos roteiros digitais é guiada pelos roteiros de aprendizagem que os professores já utilizam em sua prática de ensino. Idealmente, a Ferramenta de Autoria Anatome a ser implementada a partir desse Modelo de interação, deve permitir que o autor copie os dados do seu roteiro durante a Criação de um Roteiro digital e do conteúdo das peças genéricas.

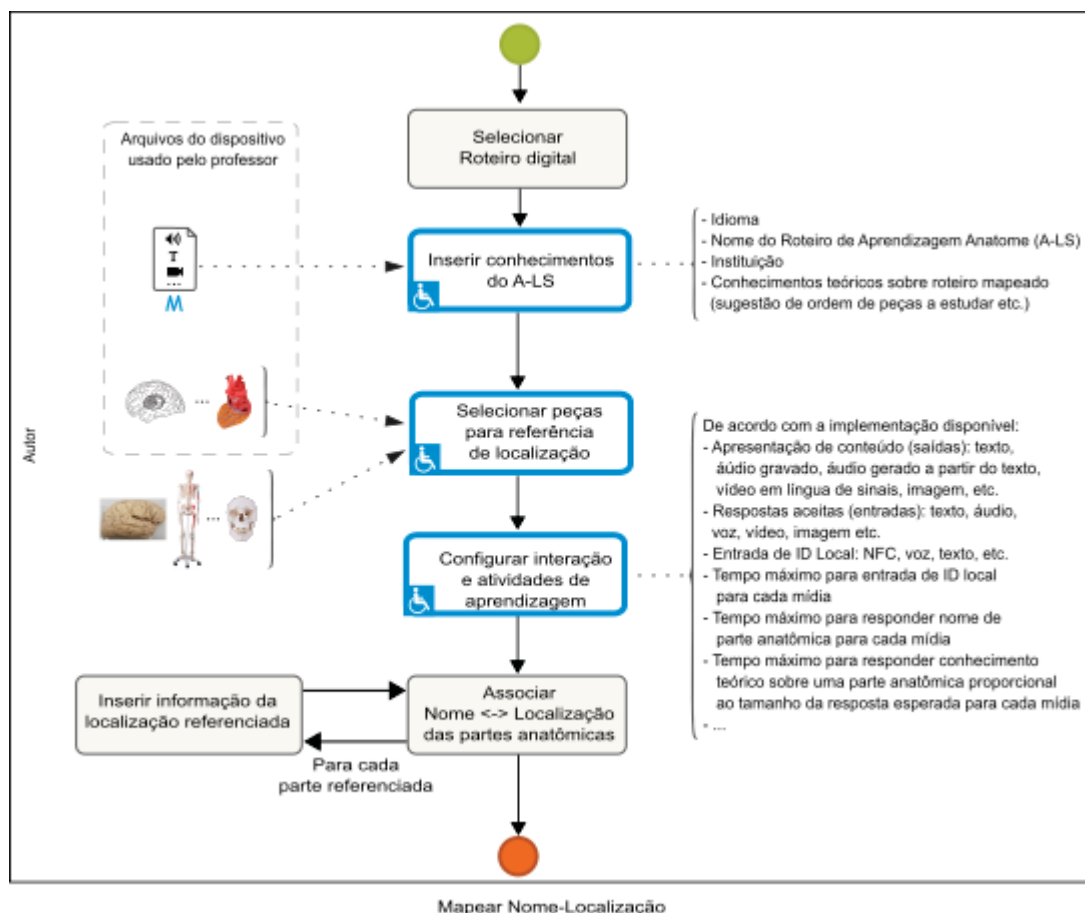
Como insumos das atividades de Criação de peças genéricas aparecem os Atlas e roteiros de aula prática da disciplina, de onde são buscados os nomes das partes anatômicas (conhecimento prático), e os livros, apostilas e roteiro de aula teórica ou teórico-prática, de onde podem ser buscados os conhecimentos teóricos.

Uma recomendação particularmente importante na fase de inclusão do conteúdo teórico sobre o roteiro, sobre as peças, e sobre as partes anatômicas das peças é separar tal conteúdo em pequenas partes de conhecimentos teóricos. Isso facilita o reuso e a manutenção. Por exemplo, o conteúdo teórico de um roteiro de uma unidade de ensino da disciplina introdutória de Anatomia no curso de graduação em Medicina pode ser grande. Se esse conteúdo for dividido em dez partes de conhecimento teórico, pode-se selecionar os que vão compor o Roteiro digital daquela unidade de ensino na disciplina introdutória de Anatomia do curso Biomedicina {seis, por exemplo}, e os que vão compor o Roteiro digital daquela unidade na disciplina introdutória de Anatomia no curso técnico em Enfermagem {três, por exemplo}. Assim, se reduz o trabalho do professor ao ser possível reusar os conhecimentos inseridos anteriormente.

Terminada a criação do Roteiro digital, pode-se mapear o nome de suas partes anatômicas para a localização delas nas peças. A FIGURA 17 apresenta as atividades realizadas pelo autor para a *Criar um Roteiro de Aprendizagem Anatome (A-LS)*.

Para criar um Roteiro de Aprendizagem Anatome (A-LS) deve-se mapear o nome de cada parte anatômica contida no Roteiro digital à localização destas partes anatômicas nas peças. O autor deve *Selecionar o Roteiro digital* que tem o conteúdo a ser mapeado. Depois, deve *Inserir conhecimentos sobre o A-LS*, como idioma dos conteúdos que ele irá inserir {Português}, nome do A-LS {Sistema esquelético}, a instituição {UFPR} e os conhecimentos associados ao A-LS {Ordem de peças sugerida para estudo: Esqueleto, Crânio adulto, crânio infantil, ...}.

FIGURA 17 - ATIVIDADES DE MAPEAMENTO DAS PARTES ANATÔMICAS DO ROTEIRO À LOCALIZAÇÃO DELAS NAS PEÇAS PARA CRIAR UM A-LS.



FONTE: A autora (2018).

O próximo passo é *Selecionar as peças para referência de localização*. Para cada peça do roteiro digital {crânio}, pode-se selecionar uma ou várias peças para referência de localização {crânio; crânio com corte sagital mediano; crânio com corte coronal; crânio com corte transversal, etc.}. Isso facilita a colocação de ID local das partes anatômicas na superfície das peças, evitando a necessidade de uso de parte referenciada⁶⁵.

Na atividade *Configurar interação e atividades de aprendizagem*, o autor deve selecionar, dentre as mídias disponíveis no Roteiro digital, aquelas que serão usadas para apresentação do A-LS que está sendo criado. O autor também deve definir como os estudantes poderão entrar com as respostas no sistema {digitando, falando ou gravando um vídeo com a resposta}. Também deverá definir como o estudante irá

⁶⁵ A necessidade de uso de partes referenciadas é influenciada fortemente da variedade de peças disponíveis na instituição para serem usadas como referência de localização.

indicar a localização das partes anatômicas nas peças {NFC, digitando o número do ID local, falando o número do ID local, apontando para a parte anatômica}. E definir o tempo limite de resposta para cada tipo de entrada permitida {para resposta e para ID local}.

O próximo passo é *Associar Nome <-> Localização das partes anatômicas*. O autor deve atribuir um ID de localização digital para cada nome de parte anatômica contido no Roteiro digital, e o associá-lo ao ID local posicionado na localização daquela parte anatômica na peça para a referência de localização. Quando não é possível posicionar um ID local na parte anatômica na superfície das peças para referência de localização disponíveis na instituição, é necessário colocar a localização referenciada dessas partes. No exemplo citado na seção 4.2.1, a Concha nasal inferior era uma parte referenciada pela parte Maxila. Neste caso, é necessário inserir informação da localização referenciada, tanto para encontrar a Concha nasal inferior a partir da Maxila {A parte Concha nasal inferior em relação à Maxila: *está localizada medialmente à essa e lateralmente ao septo nasal*} quanto da Maxila a partir da Concha nasal inferior {A localização da parte Maxila em relação à Concha nasal inferior: *localizada lateralmente a ela*}.

Finalizado o Mapeamento Nome–Localização, o A-LS é disponibilizado na base de artefatos, no repositório compartilhado entre os sistemas aqui propostos.

Na FIGURA 17, a atividade *Inserir conhecimentos do A-LS* influencia na acessibilidade do Roteiro de Aprendizagem Anatome que está sendo criado. Isso porque cada conhecimento disponibilizado {nome do Roteiro de Aprendizagem Anatome, Instituição, e conhecimentos teóricos} deve poder ser inserido em diferentes mídias {texto, áudio, vídeo}. A atividade *Selecionar peças para referência de localização* também influencia na acessibilidade, pois cada tipo de peça selecionada pode ser adequado para algumas pessoas, mas inacessível para outras, de acordo com a necessidade específica de cada uma. E a atividade Configurar interação de aprendizagem influencia a acessibilidade, porque é neste passo que se define: as mídias para saída e entrada de dados do sistema, tipo de ID local que será utilizado e os tempos de resposta por cada tipo de entrada selecionado.

4.3.2.2. Exemplo de Modelo de interação do sistema Anatome

Esta seção apresenta exemplos que compõem o Modelo de interação das atividades *Estudo* e *Treinamento*, presentes no Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia (FIGURA 8, página 61) e no Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia apoiado por tecnologias interativas acessíveis (FIGURA 9, página 64). As atividades devem ser apoiadas pelo sistema Anatome, para aprendizagem de identificação anatômica pelo estudante. O Modelo de interação elaborado levou em consideração:

- Atividades: “*Estudo*” e “*Treinamento*”;
- Conhecimento: “*Prático*” e “*Teórico*”;
- Sentido de identificação anatômica: “*Conteúdo -> Localização*” e “*Localização -> Conteúdo*”.

Todas as combinações dos valores acima totalizaram 8 modelos de interação elaborados.

As atividades de Estudo e Treinamento podem ser realizadas em grupo ou individualmente, de acordo com a preferência e a necessidade dos usuários. Para permitir que as atividades sejam realizadas por um ou mais usuários, basta implementar a lista de estudantes como uma lista circular. Assim, se houver mais de um estudante ele inicia do primeiro, vai alternando até o último e reinicia no primeiro novamente para continuar a interação. Se houver somente um usuário na lista circular, ele será o estudante x (Ex) e o estudante $x + 1$ ($Ex+1$) representados nos diagramas.

Para facilitar a compreensão das interações descritas, serão utilizados como exemplo os conhecimentos apresentados na FIGURA 18, que tem nomes das partes anatômicas, com os respectivos conhecimentos teóricos. Na FIGURA 18 também tem o ID local numérico referente à cada parte anatômica das peças do roteiro, mapeadas para fazer o Roteiro de Aprendizagem Anatome. Os conhecimentos citados no texto como exemplo são apresentados entre chaves.

FIGURA 18 - A-LS EXEMPLO.

SISTEMA ESQUELÉTICO – BIOMEDICINA–ANATOMIA HUMANA SISTÊMICA

O Sistema Esquelético é formado pelo Sistema Ósseo e Sistema Articular.

Osteologia é a ciência que estuda os ossos.

Artrologia é a ciência que estuda as articulações.

...

Crânio

Composto por 22 ossos, sendo os ossos pares localizados simetricamente ao plano mediano, indicados com o número 2 após o nome.

Tem a função de envolver e proteger o cérebro.

Frontal

Osso ímpar, classificado como laminar e pneumático, tem um aspecto arredondado, localizado na região anterosuperior do crânio.

Parietal (2)

Osso par, laminar, localizado nas laterais superiores do crânio.

É retangular, curvo e achatado e que ocupam a parte lateral e superior da calota craniana, formando a maior parte desta.

Occipital

Osso ímpar, laminar, localizado na região póstero-inferior do crânio.

É perfurado pelo forame magno, por meio do qual a cavidade craniana se comunica com o canal vertebral. Apresenta duas porções: escamosa e basilar.

...

Maxila (2)

Osso par, irregular e pneumático da face que forma uma parte do palato, da cavidade nasal e da órbita ocular.

Suportam os dentes superiores.

Concha Nasal Inferior (2)

Osso par, irregular, que forma a lateral inferior da fossa nasal, paralelamente ao vômer e com formato de gancho.

Localizado inferiormente à concha nasal média do osso etmoide e articula-se com o etmoide, maxilar, lacrimal e palatino.

Vômer

Osso ímpar, laminar, localizado acima da região da boca e abaixo do nariz, no interior da cavidade nasal. A lâmina vertical desse osso termina com a espinha nasal, uma projeção óssea afilada disposta para cima, que posteriormente ajuda a formar o septo nasal.

Palatino

Osso par, irregular, localizado posteriormente a cavidade nasal entre a maxila e o esfenóide, na porção posterior do palato duro formando o teto da boca.

...

Frontal, Parietal (2), Occipital, Temporal (2)

Sentença no plural: Ossos que formam a calota craniana.

Mapeamento Nome-Localização/

Ordem de interação sugerida: Estudo antes do treinamento, com conhecimento prático e depois com conhecimento teórico, nos dois sentidos de identificação.

Ordem de peças sugeridas: Esqueleto, Crânio, Coluna vertebral, Escápula, Úmero...

...

- 26 Frontal
- 27 Parietal (2)
- 28 Occipital
- 29 Temporal (2)
- 30 Esfenóide
- 31 Etmoide
- 32 Nasal (2)
Lacrimal (2): Referenciada por Nasal
- 33 Zigomático (2)
- 34 Maxila (2)
Concha Nasal Inferior (2): Referenciada por Maxila
Vômer: Referenciada por Maxila
Palatino (2): Referenciada por Maxila

...

Concha Nasal Inferior

Referenciada pela parte: Maxila (2)

A parte Concha Nasal Inferior (2) em relação à parte Maxila (2) está localizada: lateralmente a ela

A parte Maxila (2) em relação à parte Concha Nasal Inferior (2) está localizada: medialmente a ela e lateralmente ao septo nasal

Vômer

Referenciada pela parte: Maxila (2)

A parte Vômer em relação à parte Maxila (2) está localizada: exatamente no ponto mediano entre esses dois ossos, dentro da cavidade nasal, contribuindo para a formação do septo nasal

A parte Maxila (2) em relação à parte Vômer está localizada: lateralmente a este, externamente, na face

Palatino

Referenciada pela parte: Maxila (2)

A parte Palatino (2) em relação à parte Maxila (2) está localizada: anteriormente a este osso para juntos compor o palato ósseo

...

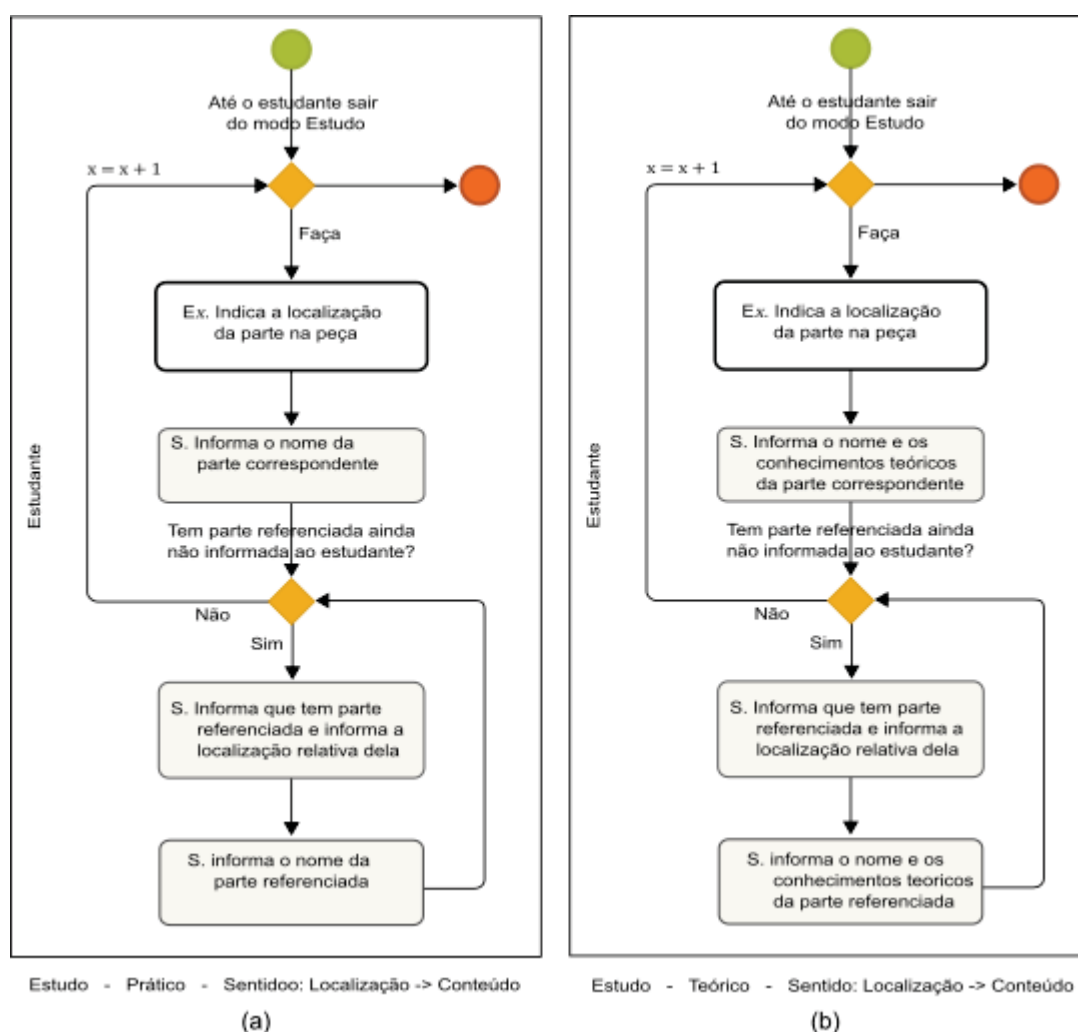
FONTE: A autora (2018).

Atividades de Estudo

A FIGURA 19 (a) apresenta as interações do estudante e o sistema Anatome na atividade *Estudo*, usando *Conhecimento Prático*, com identificação anatômica no sentido *Localização-Conteúdo*. A FIGURA 19 (b) apresenta as interações do

estudante e o sistema Anatome na atividade *Estudo*, usando *Conhecimento Teórico*, no sentido *Localização-Conteúdo*. Como o sentido de identificação anatômica é *Localização-Conteúdo*, o estudante indica a localização de uma parte (ID Local) e recebe os respectivos conteúdos do sistema. Repare que é a mesma atividade e mesmo sentido de identificação, mudando somente o tipo de conhecimento abordado: na (a) o Prático e na (b) o Teórico.

FIGURA 19 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE ESTUDO COM CONHECIMENTO PRÁTICO (A) E CONHECIMENTO TEÓRICO (B) NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO->CONTEÚDO.



FONTE: A autora (2018).

Na atividade *Estudo*, usando *Conhecimento Prático*, no sentido *Localização-Conteúdo* (FIGURA 19 (a)), o estudante indica a localização de uma parte {parte 28} e o Anatome informa o nome da parte anatômica correspondente {Occipital}; o estudante indica a localização {parte 26} e o Anatome informa o nome da parte anatômica correspondente {Frontal}; o estudante indica a localização {parte 34} e o

Anatome informa o nome da parte anatômica correspondente {Maxila}, informa que essa parte referencia outras partes:

- Parte Maxila (2) referencia a parte Concha Nasal Inferior (2) localizada medialmente a ela e lateralmente ao septo nasal:
- Parte Maxila (2) referencia a parte Vômer localizada exatamente no ponto mediano entre esses dois ossos, dentro da cavidade nasal, contribuindo para a formação do septo nasal:
- Parte Maxila (2) referencia a parte Palatino localizada posteriormente a esta para juntas comporem o palato ósseo:

Na atividade *Estudo*, usando *Conhecimento Teórico*, no sentido *Localização-Conteúdo* (FIGURA 19 (b)), a interação é muito parecida com a que aborda conhecimento prático, mas apresenta também os conhecimentos teóricos associados à parte indicada pelo estudante: o estudante indica a localização {parte 28} e o Anatome informa o nome da parte anatômica correspondente com os respectivos conhecimentos teóricos associados à parte {Occipital: É perfurado pelo forame magno, por meio do qual a cavidade craniana se comunica com o canal vertebral. Apresenta duas porções: escamosa e basilar. É um dos ossos que formam a calota craniana.}; o estudante indica a localização {parte 34} e o Anatome informa o nome e conhecimentos teóricos da parte anatômica correspondente {Maxila: Osso par, irregular e pneumático da face. Suportam os dentes superiores e forma uma parte do palato, da cavidade nasal e da órbita ocular}, informa que essa parte referencia outras partes, e lista os conhecimentos teóricos associados:

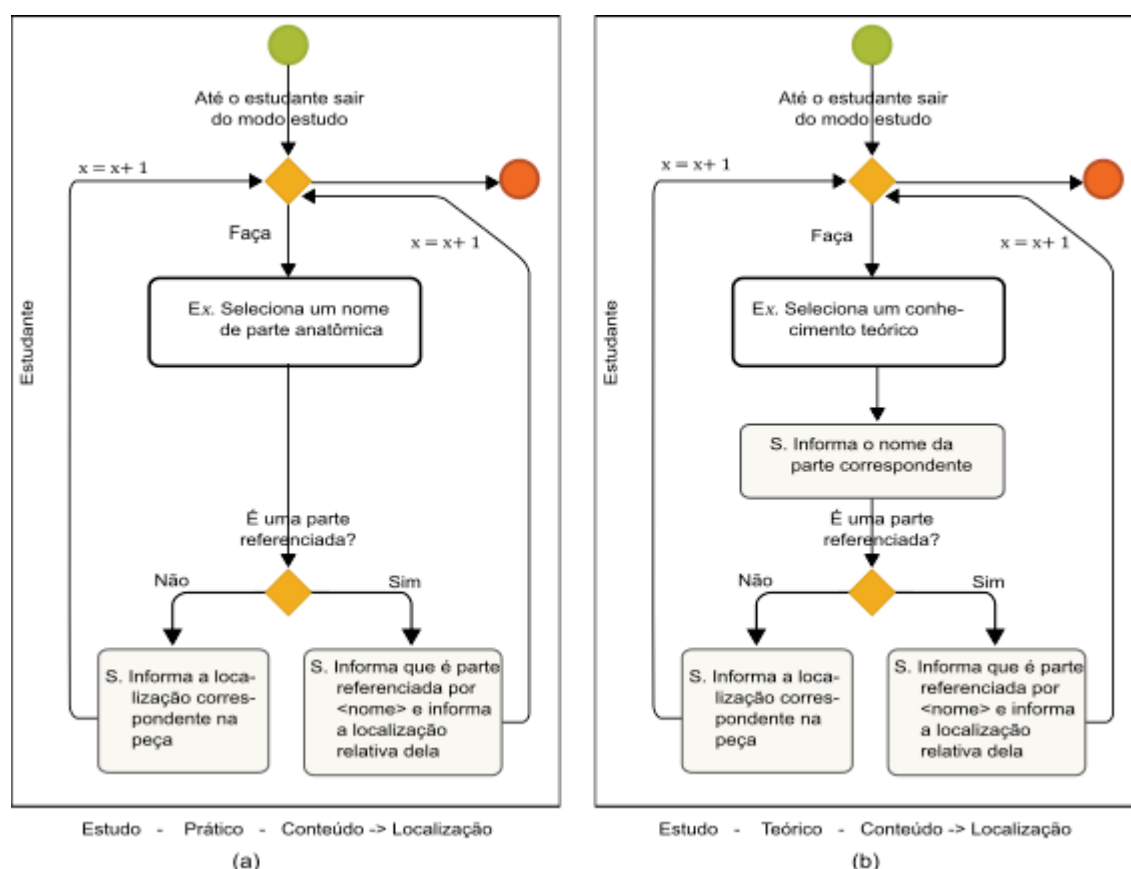
- Parte Maxila (2) referencia a parte Concha Nasal Inferior (2) localizada medialmente a ela e lateralmente ao septo nasal:
Osso par, irregular, que forma a lateral inferior da fossa nasal, paralelamente ao vômer e com formato de gancho.
- Parte Maxila (2) referencia a parte Vômer localizada exatamente no ponto mediano entre esses dois ossos, dentro da cavidade nasal, contribuindo para a formação do septo nasal:
Osso ímpar, laminar, localizado acima da região da boca e abaixo do nariz, no interior da cavidade nasal. A lâmina vertical desse osso termina com a espinha nasal, uma projeção óssea afilada disposta para cima, que posteriormente ajuda a formar o septo nasal.

- Parte Maxila (2) referencia a parte Palatino localizada posteriormente a esta para juntas comporem o palato ósseo:

Osso par, irregular, localizado posteriormente a cavidade nasal entre a Maxila e o Esfenoide, na porção posterior do Palato duro formando o teto da boca.

A FIGURA 20 apresenta as interações do estudante e o sistema Anatome na atividade *Estudo*, usando *conhecimento Prático* (a) e usando *conhecimento Teórico* (b), com identificação anatômica no sentido *Conteúdo->Localização*. Como o sentido de identificação anatômica é Conteúdo->Localização, o estudante indica um conteúdo e recebe do sistema a localização da parte correspondente (ID Local). Repare que é a mesma atividade e mesmo sentido de identificação, mudando somente o tipo de conhecimento abordado: na (a) o Prático e na (b) o Teórico.

FIGURA 20 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE ESTUDO COM CONHECIMENTO PRÁTICO (A) E CONHECIMENTO TEÓRICO (B) NO SENTIDO CONTEÚDO -> LOCALIZAÇÃO.



FONTE: A autora (2018).

Na atividade *Estudo*, usando *Conhecimento Prático*, no sentido *Conteúdo -> Localização* (FIGURA 20 (a)), o estudante seleciona um nome de parte anatômica

{Occipital} e o Anatome informa a localização da parte anatômica correspondente na peça {28}; o estudante seleciona um nome de parte anatômica {Frontal} e o Anatome informa a localização correspondente na peça {26}; o estudante seleciona um nome de parte anatômica {Concha nasal inferior} e se ela for parte referenciada, ele informa a parte que é uma parte referenciada e informa os dados da parte que referencia: nome, localização na peça e a localização relativa em relação ao nome da parte selecionada pelo estudante {referenciada pela parte 34, Maxila, localizada lateralmente a ela}.

Na atividade *Estudo* também com sentido *Conteúdo -> Localização*, mas usando conhecimento teórico (FIGURA 20 (b)), o estudante seleciona um conhecimento teórico {Osso par, irregular, que forma a lateral inferior da fossa nasal, paralelamente ao vômer e com formato de gancho.} e o Anatome informa o nome da parte {Concha nasal inferior} e o restante da interação é similar à da (FIGURA 20 (a)).

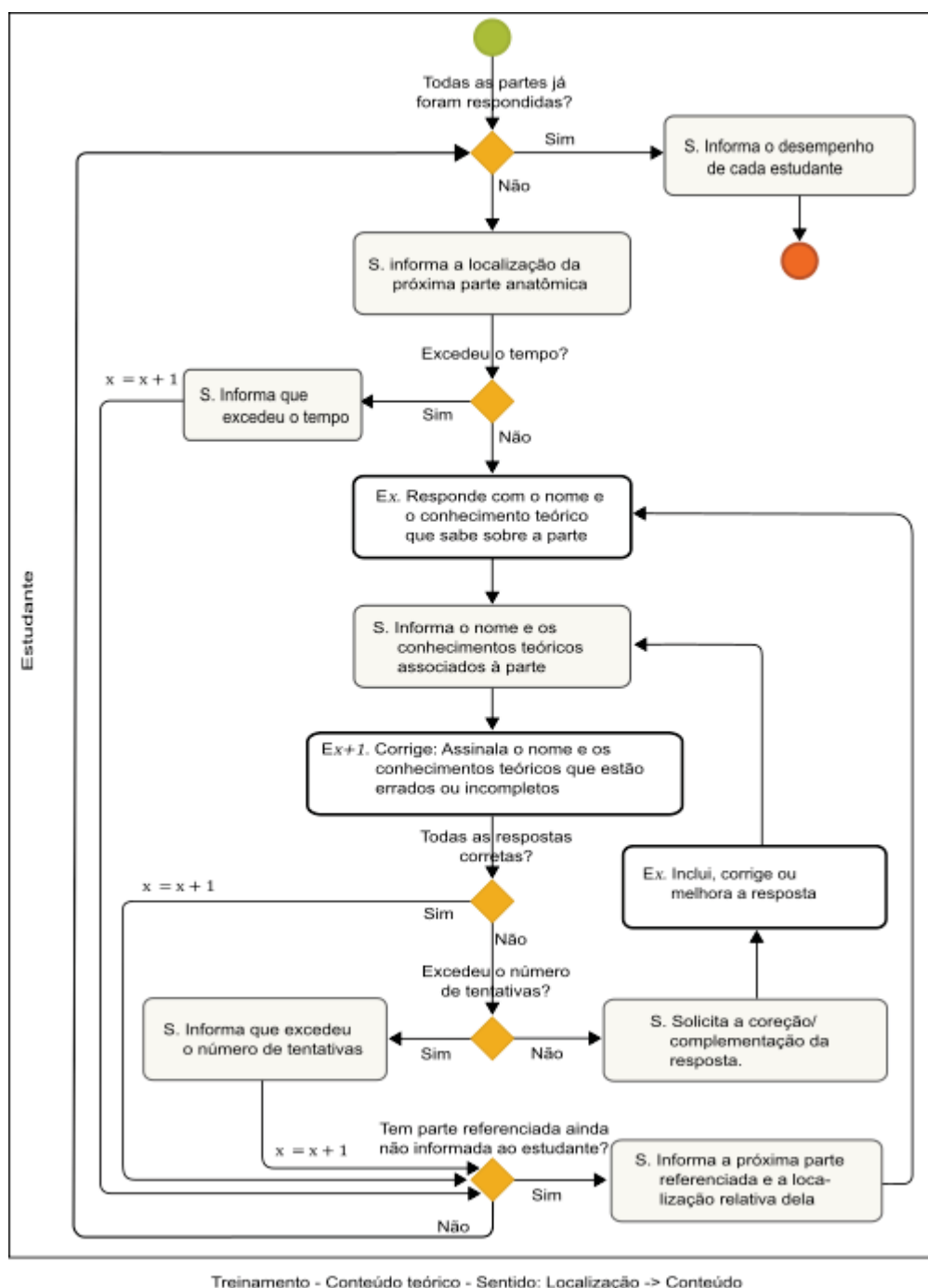
Atividades de Treinamento

A diferença entre as atividades de Treinamento em relação às de Estudo é que em vez do sistema passar as informações ao estudante, ele solicita as informações ao estudante, para que ele possa verificar o quanto já foi assimilado do conteúdo de Roteiro de Aprendizagem Anatome (A-LS).

Como os diagramas de atividade representando a interação no Treinamento são maiores, não foi possível apresentá-los lado a lado como os de Estudo, mas a correspondência entre o que muda em uma mesma atividade com mesmo sentido de identificação, variando somente o tipo de conteúdo abordado, é similar às descritas nas atividades de Estudo. E embora a ordem natural de interação realizada pelo estudante seja primeiro treinar com conteúdo prático (nome das partes anatômicas) para depois treinar com conteúdo teórico (nome + conhecimentos teóricos das partes anatômicas), aqui, o treinamento com conteúdo teórico será apresentado primeiro, para facilitar a descrição dos diagramas, pois o que aborda conhecimento prático será explicado com base no que aborda o teórico.

A FIGURA 21 apresenta as interações do estudante e o sistema Anatome na atividade *Treinamento*, usando *conhecimento Teórico*, com identificação anatômica no sentido *Localização->Conteúdo*. Como o sentido de identificação anatômica é *Localização->Conteúdo*, o sistema informa a localização de uma parte na peça (ID Local) e solicita ao estudante que entre com o conteúdo correspondente.

FIGURA 21 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE TREINAMENTO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO->CONTEÚDO.



FONTE: Adaptado de FERREIRA et al. (2019).

No *Treinamento com Conhecimento teórico* no sentido Localização-Conteúdo, o sistema informa a localização da parte anatômica {parte 26} da peça {crânio} para que o usuário entre com o nome {Frontal} e o conteúdo teórico associado que ele sabe em relação a parte indicada {osso plano e pneumático posicionado na

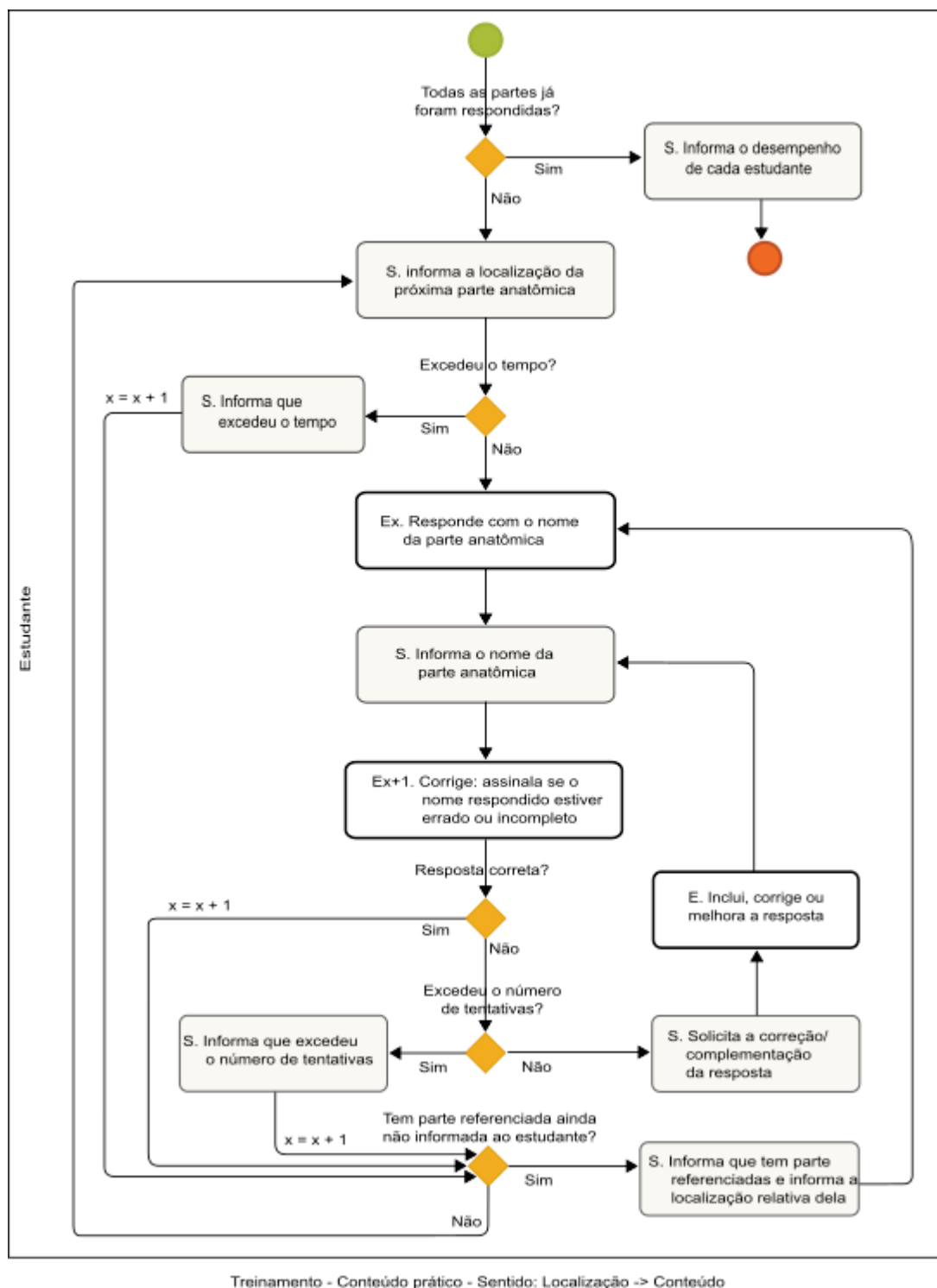
parte superior do crânio}. Se o estudante responder dentro do tempo, o sistema apresenta o nome {Frontal} e a lista de conhecimentos teóricos associados pelo autor a parte {Osso classificado como plano e pneumático localizado na parte anterosuperior do crânio. É um dos ossos que forma a calota craniana} e as respostas do estudante para ele comparar e assinalar os itens errados ou ausentes na resposta dele. Caso não tenha erros, passa a vez para o próximo estudante. Caso tenha erros ou incompletude {Osso Frontal é localizado na parte [anterossuperior] do crânio. [É um dos ossos que forma a calota craniana]}⁶⁶ na resposta e ainda esteja dentro da quantidade de tentativas permitidas, o sistema solicita que ele corrija/complemente a resposta. Então, o estudante deve poder submeter novamente sua resposta, até acertar ou atingir o limite de tentativas, e a vez passa para o próximo usuário. As respostas textuais podem ser corrigidas editando o texto da resposta do estudante diretamente. Já a correção das respostas em áudio ou vídeo devem poder ser feitas submetendo mais áudios ou vídeos complementares à primeira resposta, ou permitindo ao estudante apagar a primeira resposta e submeter um novo áudio ou vídeo contemplando a resposta inteira, como ele achar mais apropriado.

Quando a parte anatômica cuja localização foi informada pelo sistema {parte 9} na peça {Crânio} referenciar outra parte {Concha nasal inferior}, o sistema informa o usuário que a parte {parte 34} referencia outra parte anatômica localizada {medialmente a ela e lateralmente ao septo nasal} para o estudante informar o nome da parte referenciada {Concha nasal inferior} e o conteúdo teórico que sabe sobre a parte referenciada {Osso par, irregular, que forma a lateral inferior da fossa nasal e tem formato de gancho}. O processo continua até que todas as partes da peça sejam respondidas.

A FIGURA 22 apresenta o diagrama de atividade que representa a interação do estudante no *Treinamento*, usando *Conhecimento Prático*, no sentido *Localização-Conteúdo*. Repare que é a mesma atividade e mesmo sentido de identificação apresentada na FIGURA 21, mudando somente o tipo de conhecimento abordado: Prático.

⁶⁶ Partes entre colchetes indicam partes ausentes ou incorretas na resposta do estudante.

FIGURA 22 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE TREINAMENTO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO->CONTEÚDO.



FONTE: A autora (2018).

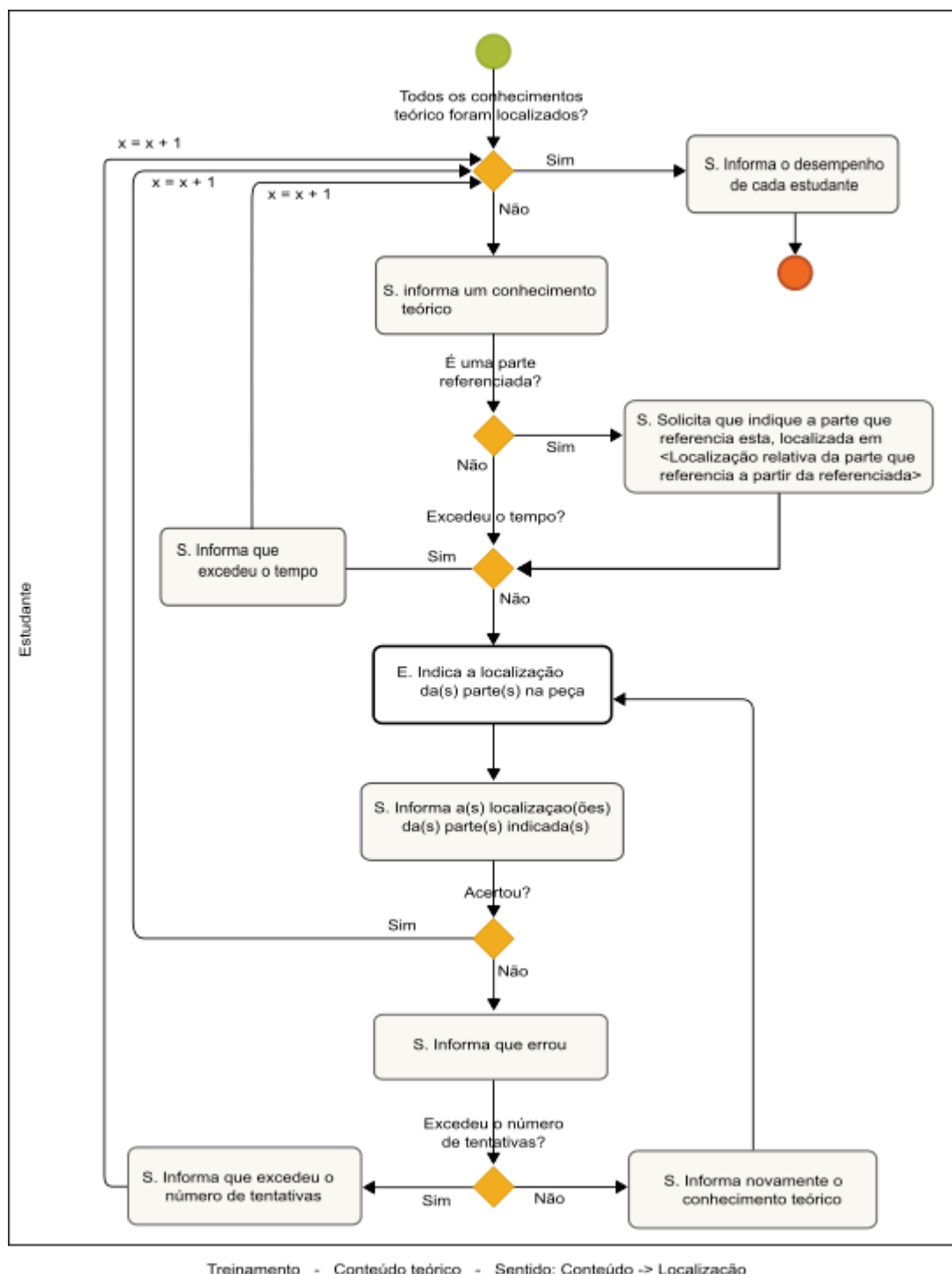
A interação do estudante e o sistema Anatome na atividade Treinamento com Conhecimento prático no sentido Localização-Conteúdo (FIGURA 22) é muito semelhante à mesma atividade com conteúdo teórico (FIGURA 21). Elas se

diferenciam somente na solicitação das informações ao estudante, que no caso do conteúdo prático, solicita somente o nome da parte anatômica indicada, e não nome + conteúdo teórico.

A FIGURA 23 apresenta o diagrama de atividades representando as interações do estudante e o sistema Anatome na atividade *Treinamento*, usando *conhecimento Teórico*, com identificação anatômica no sentido *Conteúdo->Localização*. Como o sentido de identificação anatômica é Conteúdo -> Localização, o sistema informa um conteúdo para que o estudante indique a localização da parte correspondente na peça (ID Local).

No *Treinamento* com *Conhecimento teórico* no sentido Conteúdo -> Localização, o sistema informa um conhecimento teórico {Osso classificado como plano e pneumático, localizado na parte anterosuperior do crânio} da peça {crânio} para que o estudante indique a localização da(s) parte(s) anatômica(s) correspondente(s) {parte 26}. Se o estudante responder dentro do tempo, o sistema informa o ID local da parte cuja localização foi indicada pelo estudante {parte 26} e verifica a corretude. Se as respostas estiverem corretas, passa a interação para o próximo estudante, se estiver não permite que estudante tente novamente caso esteja dentro do limite de tentativas. O sistema informa um conhecimento teórico {Ossos que formam a calota craniana} da peça {crânio} para que o estudante indique a localização da(s) parte(s) anatômica(s) correspondente(s) {parte 26, parte 27, parte 28 e parte 29}; o sistema informa o ID local das partes cuja localização foram indicadas pelo estudante {partes 26, parte 27, parte 28 e parte 29}; verifica a corretude e, se a(s) resposta(s) estiver(em) correta(s), passa a interação para o próximo estudante, senão permite-o tentar novamente caso esteja dentro do limite de tentativas. Quando o conhecimento teórico apresentado pelo sistema é de uma parte referenciada {Osso par, irregular, que forma a lateral inferior da fossa nasal e tem formato de gancho}, o sistema informa a localização da parte que referencia para que o estudante indique a localização {indique a parte que a referencia, localizada lateralmente a ela} para que o estudante indique a localização {parte 34} e o sistema informa o ID local da parte cuja localização foi indicada pelo estudante {parte 34}.

FIGURA 23 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE TREINAMENTO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO CONTEÚDO->LOCALIZAÇÃO.

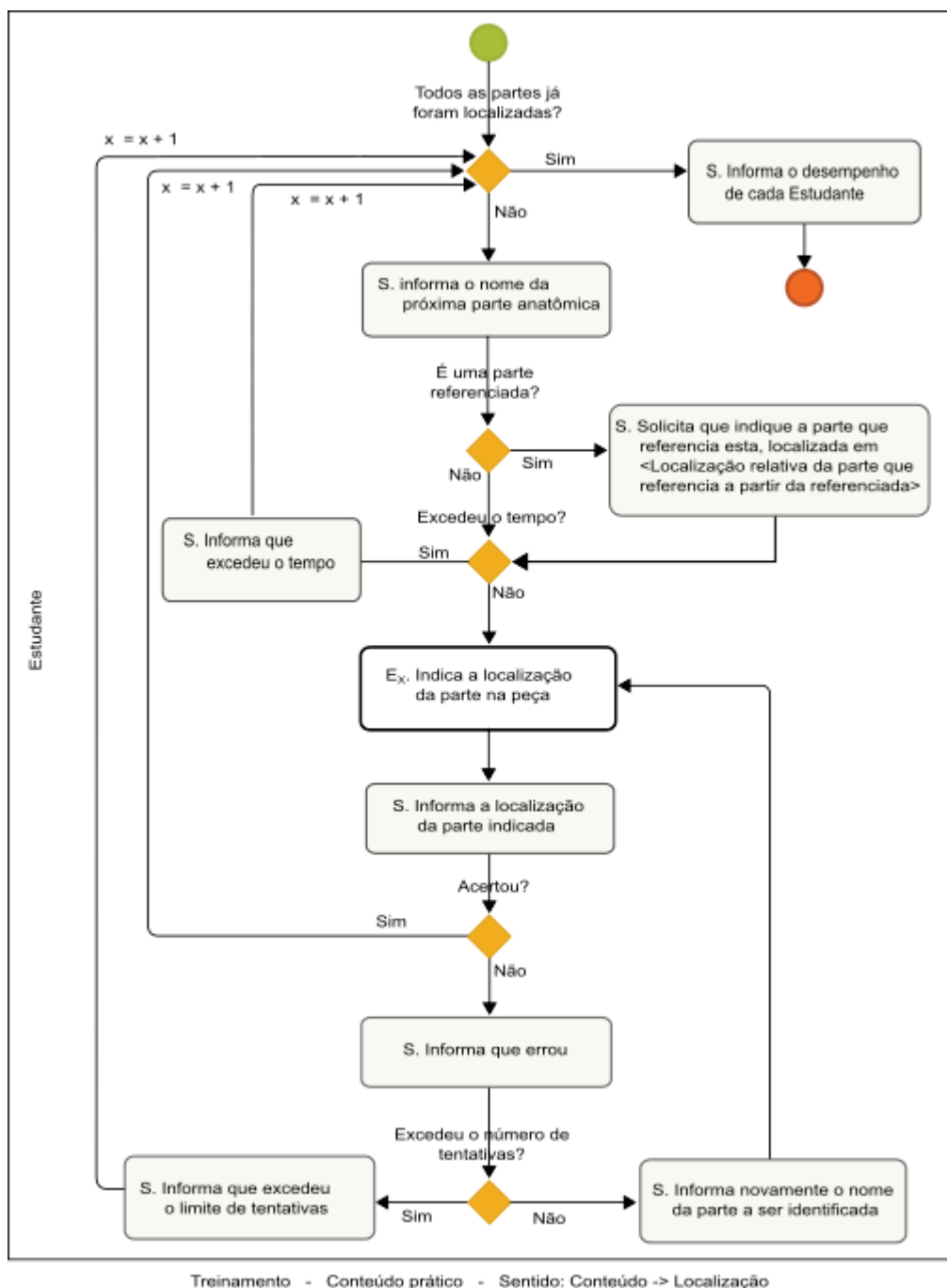


FONTE: A autora (2018).

A FIGURA 24 apresenta o diagrama de atividade representando a interação na atividade *Treinamento*, usando *Conhecimento Prático*, no sentido *Conteúdo-Localização*. Repare que é a mesma atividade e mesmo sentido de identificação

apresentada na FIGURA 23, mudando somente o tipo de conhecimento abordado: Prático.

FIGURA 24 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE TREINAMENTO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO CONTEÚDO-LOCALIZAÇÃO.



FONTE: A autora (2018).

A interação do estudante e o sistema Anatome na atividade Treinamento com Conhecimento prático no sentido Localização-Conteúdo (FIGURA 24) é muito

semelhante à mesma atividade com conteúdo teórico (FIGURA 23). Elas se diferenciam somente na solicitação das informações ao estudante, que no caso do conteúdo prático, apresenta o nome da parte anatômica, e não conteúdo teórico, para o estudante indicar a localização correspondente.

Atividades de configuração e interação com os outros usuários

Atividades de configuração não foram modeladas aqui, por serem consideradas triviais para desenvolvedores de sistemas, que irão compor a equipe de desenvolvimento das tecnologias que serão implementadas com base nos modelos aqui propostos.

As atividades de interação com outros usuários podem ocorrer tanto nas atividades de Ensino e Treinamento, como apresentadas acima, quanto na avaliação ou outras atividades de interação, como chat entre estudantes e professores/monitores, mensagens assíncronas, entre outras que a equipe de desenvolvimento considerar importantes.

4.3.2.3. Exemplo de Modelo de interação para apoiar as atividades de avaliação

Esta seção apresenta o Modelo de interação da atividade Avaliação, presente no Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia (FIGURA 8, da página 61) e no Processo de ensino e aprendizagem de Anatomia apoiado por tecnologias interativas acessíveis (FIGURA 9, da página 64). A realização das atividades pelo estudante deve ser realizada por meio do sistema Anatome, e a correção destas atividades deve ser realizada pelos autores por meio da Ferramenta de Autoria Anatome. São apresentadas quatro possibilidades de interação, considerando:

- Conhecimento: prático e teórico
- Sentido de identificação anatômica: Conteúdo -> Localização e Localização -> Conteúdo.

Atividades de avaliação

A diferença entre as atividades de Avaliação em relação às de Treinamento é que o autor define os parâmetros de configuração {tecnologia usada para entrada de localização, tempo máximo de resposta de localização (ID local) para cada tipo de tecnologia implementada, mídias usadas para resposta dos estudantes, tempo

máximo de resposta ou conteúdo para cada mídia de entrada, etc.} e, também, faz a correção das respostas dos estudantes.

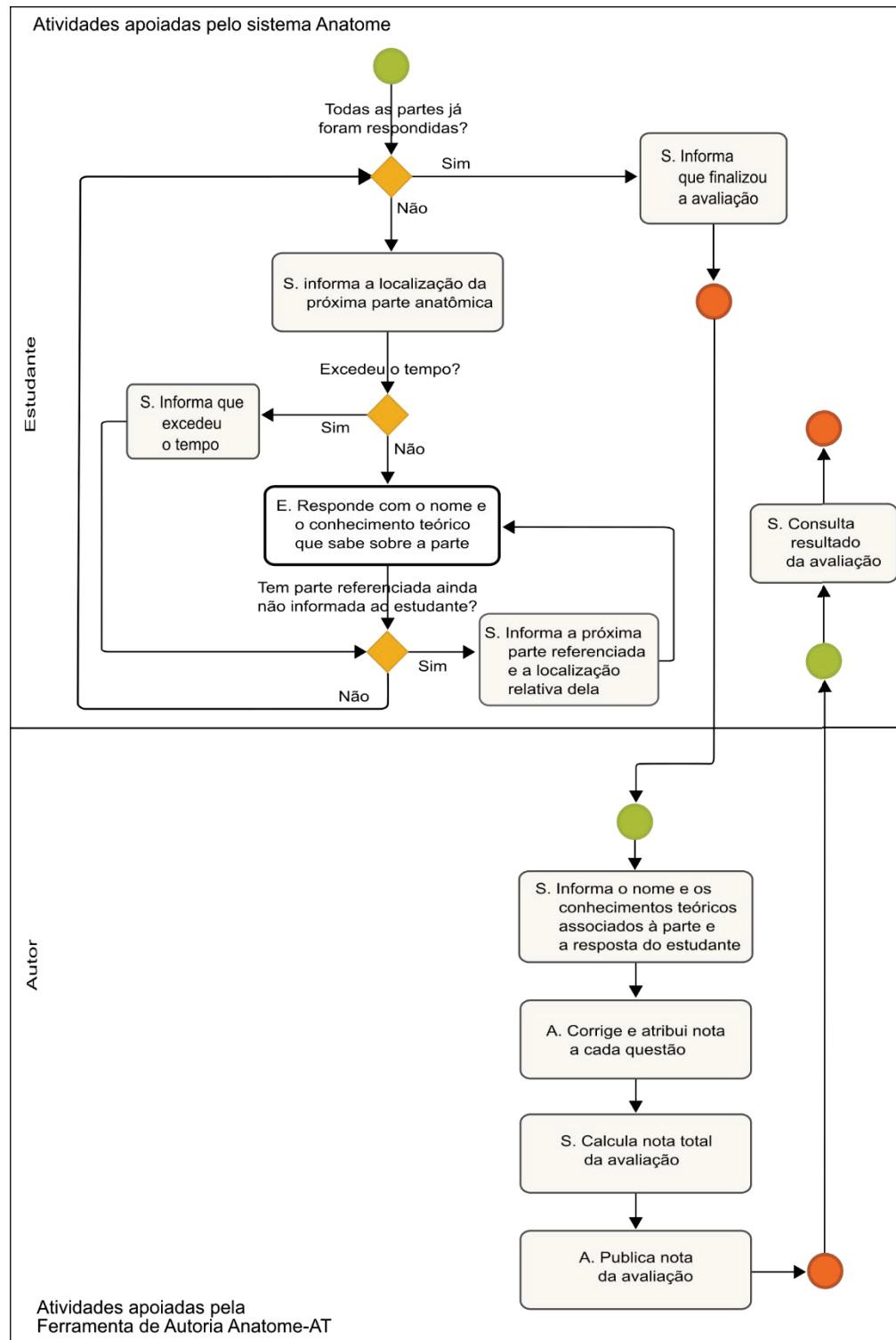
Nas atividades de Avaliação modeladas como exemplo neste trabalho, foram consideradas avaliação a serem realizadas individualmente pelos estudantes, contendo questões do mesmo tipo: com um único tipo de conteúdo {teórico} e único sentido de identificação anatômica {Localização -> Conteúdo}. Também foi considerada a realização das atividades de forma assíncrona: os estudantes realizam a avaliação. Posteriormente, o professor irá corrigi-las. Após a correção, as notas ficarão disponibilizadas aos estudantes. As atividades ocorrem cada uma em seu tempo, e não com estudantes e professores conectados no ambiente ao mesmo tempo para a realização das atividades.

A FIGURA 25 apresenta o diagrama de atividade representando as interações na atividade *Avaliação*, usando *conhecimento Teórico*, com identificação anatômica no sentido *Conteúdo->Localização*. Nesta atividade o sistema Anatome informa a localização da parte anatômica {parte 26} da peça {crânio} e o estudante precisa responder com o nome {Frontal} e o conteúdo teórico associado que ele sabe sobre a parte indicada {osso plano e pneumático posicionado na parte superior do crânio e forma com os ossos parietais, temporais e occipital a calota craniana} dentro do tempo limite. Se a parte indicada referenciar outras partes, o sistema informa a localização relativa da parte referenciada para o estudante entrar com o respectivo nome e conhecimento teórico que sabe sobre a parte referenciada.

Na correção, a Ferramenta de Autoria Anatome-AT apresenta o nome {Frontal} e os conhecimentos teóricos associados à parte {[Osso ímpar], classificado como laminar e pneumático, [tem um aspecto arredondado], localizado na região [anterossuperior] do crânio. É um dos ossos que forma a calota craniana}⁶⁷; e, também, o nome {Frontal} e conhecimentos teóricos informados pelo estudante {osso plano e pneumático posicionado na parte superior do crânio e forma com os ossos parietais e occipital a calota craniana} de cada questão da prova. O professor corrige e atribui nota a cada questão. O sistema calcula a nota da avaliação com base na nota das questões, o professor disponibiliza a nota para que o estudante possa consultá-la pelo sistema Anatome.

⁶⁷ As partes entre colchetes indicam parte ausente ou incorreta na resposta do estudante.

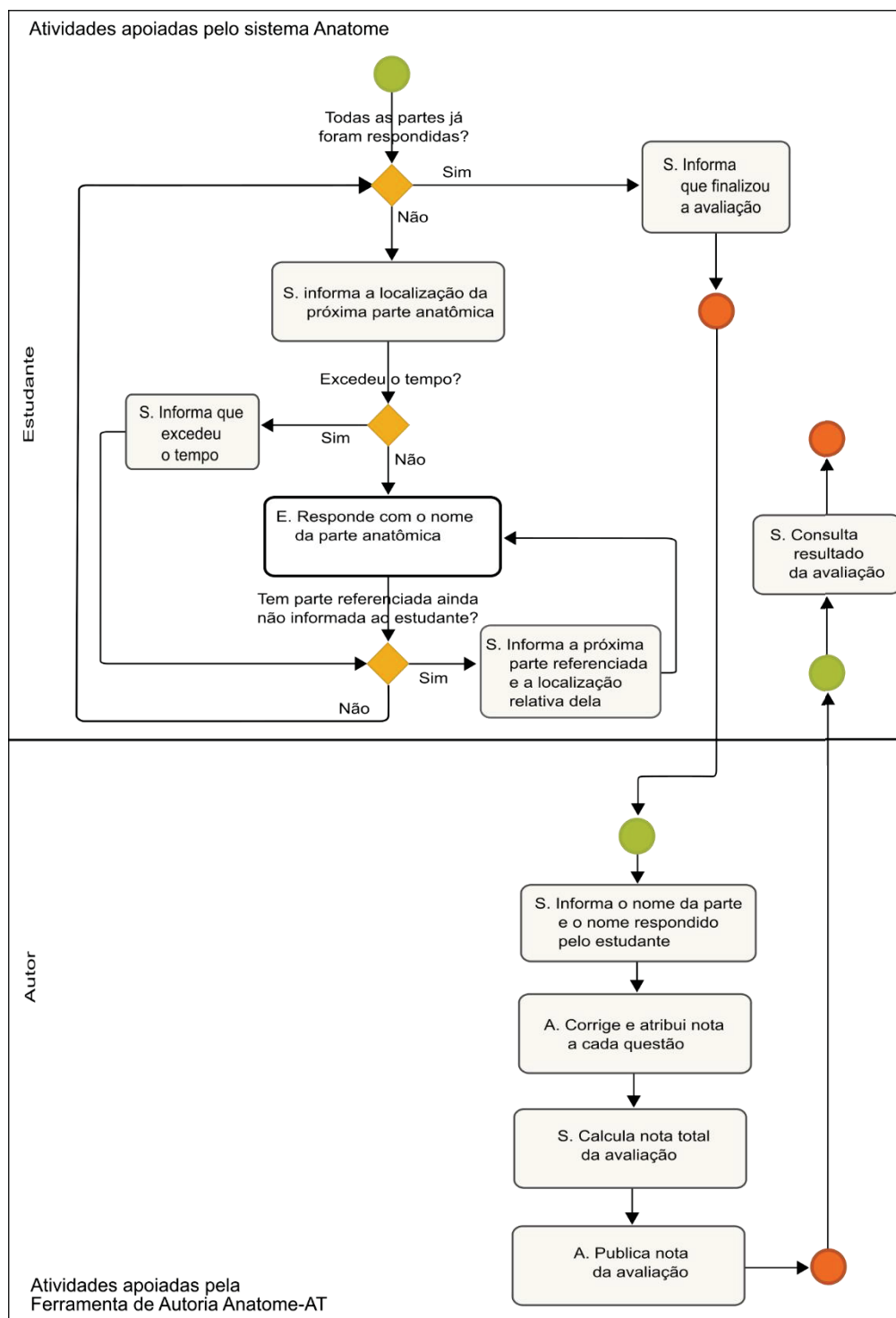
FIGURA 25 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE AVALIAÇÃO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO->CONTEÚDO.



Avaliação - Conteúdo teórico - Sentido: Localização -> Conteúdo

FONTE: A autora (2018).

FIGURA 26 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE AVALIAÇÃO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO->CONTEÚDO.



Avaliação - Conteúdo prático - Sentido: Localização -> Conteúdo

FONTE: A autora (2018).

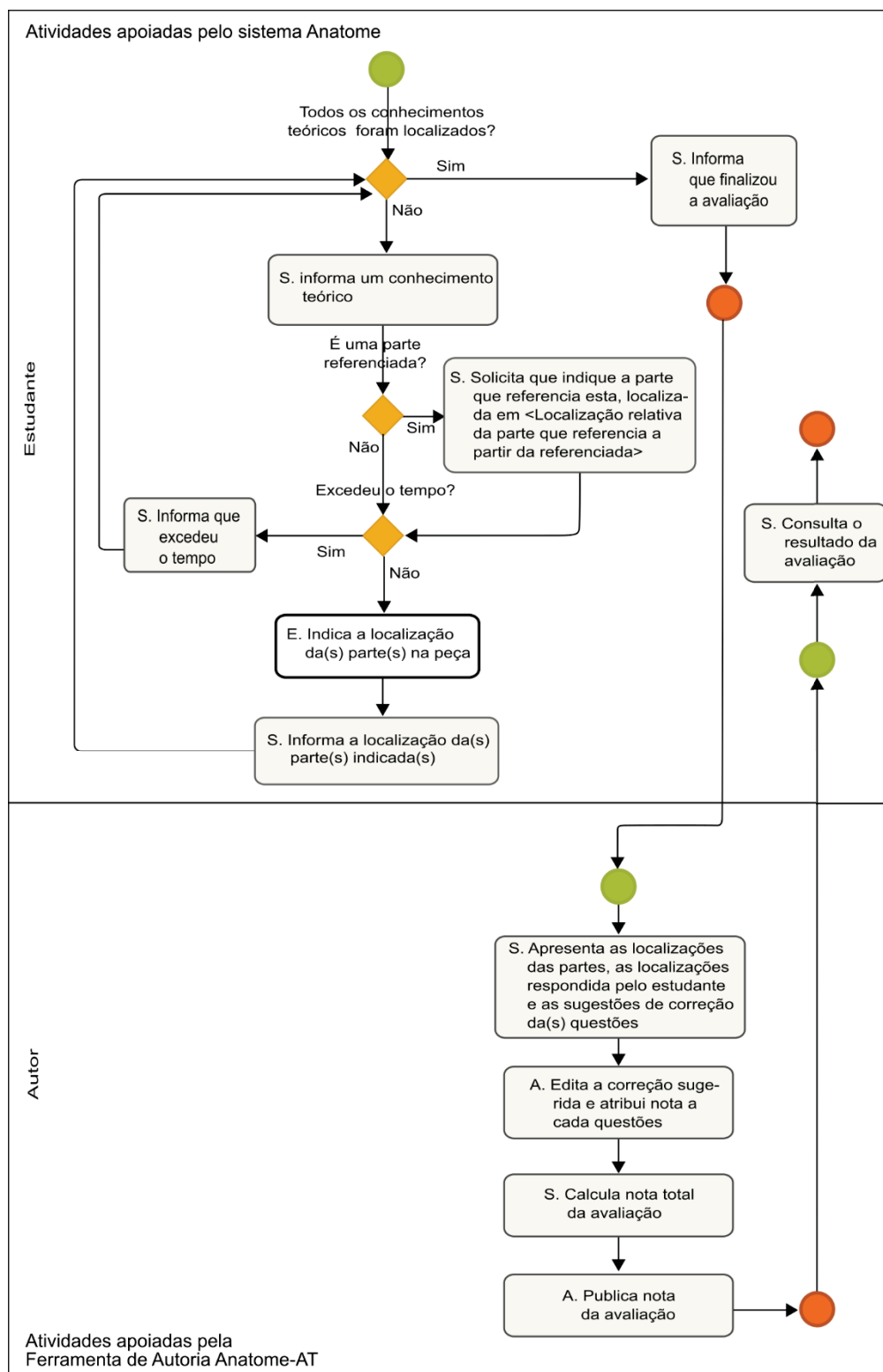
A FIGURA 26 apresenta o diagrama de atividades representando a interação na atividade *Avaliação*, usando *conhecimento Prático*, com identificação anatômica no sentido *Localização-> Conteúdo*. A interação do estudante e o sistema Anatome

na atividade Avaliação com Conhecimento prático no sentido Localização-Conteúdo (FIGURA 26) é muito semelhante à mesma atividade com conteúdo teórico (FIGURA 25). Elas se diferenciam somente na solicitação das informações ao estudante pelo Anatome, que solicita somente o nome da parte anatômica indicada, e não nome + conteúdo teórico; e na correção também apresenta somente o nome da parte, e não nome e conhecimentos teóricos.

A FIGURA 27 apresenta o diagrama de atividades representando a interação na atividade *Avaliação*, usando *conhecimento Teórico*, com identificação anatômica no sentido *Conteúdo->Localização*. Nesta atividade o sistema Anatome informa um conhecimento teórico {Ossos que formam a calota craniana} da peça {crânio} para que o estudante indique a localização das partes anatômicas correspondentes {parte 26, parte 27, parte 28 e parte 29} dentro de um tempo limite; o sistema informa o ID local das partes cuja localização foram indicadas pelo estudante {partes 26, parte 27, parte 28 e parte 29}. Se o conhecimento teórico for de uma parte anatômica referenciada, o sistema solicita que seja indicada a localização (ID local) da parte que a referencia, informando a localização da parte na superfície da peça a partir da parte referenciada. Essas atividades são realizadas até que todas as questões sejam resolvidas e o sistema informar o fim da avaliação.

Na correção, a Ferramenta de Autoria Anatome-AT apresenta a localização (ID local) das partes relacionadas ao conhecimento teórico, a localização das partes respondidas pelo estudante e a sugestão de correção de cada questão da prova. O professor edita a correção sugerida pelo sistema e atribui nota a cada questão. O sistema calcula a nota da avaliação com base na nota das questões, o professor disponibiliza a nota para que o estudante possa consultá-la pelo sistema Anatome.

FIGURA 27 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE AVALIAÇÃO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO CONTEÚDO->LOCALIZAÇÃO.



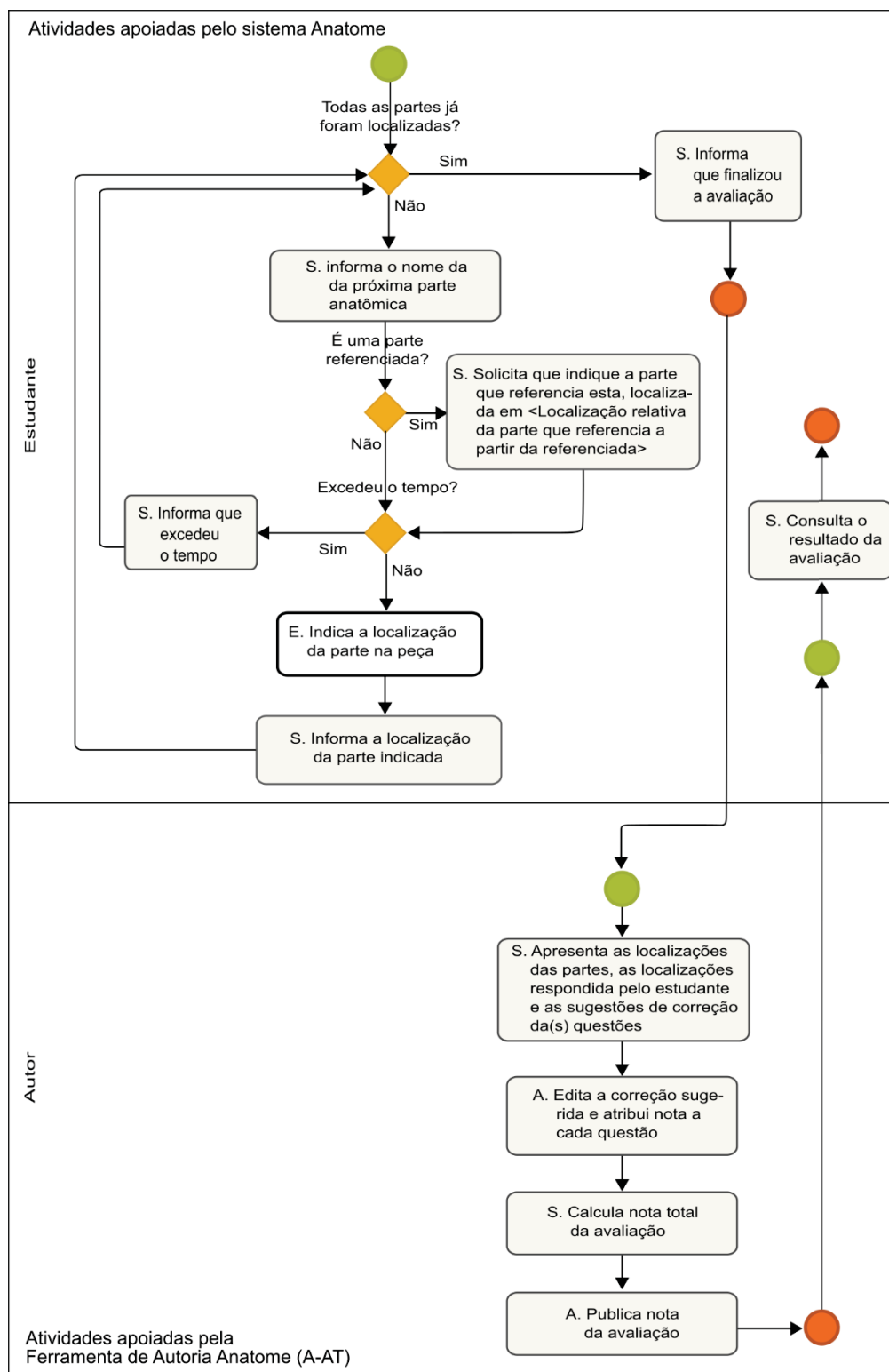
Avaliação - Conteúdo teórico - Sentido: Conteúdo-> Localização

FONTE: A autora (2018).

A FIGURA 26 apresenta as interações do estudante com o sistema Anatome na atividade *Avaliação*, usando *conhecimento Prático*, com identificação anatômica no sentido *Conteúdo->Localização*. A interação do estudante e o sistema Anatome na atividade *Avaliação* com *Conhecimento prático* no sentido *Conteúdo->Localização* (FIGURA 26) é muito semelhante à mesma atividade com conteúdo teórico (FIGURA 25). Elas se diferenciam somente na solicitação das informações ao estudante pelo Anatome, que informa o nome em vez de conhecimento teórico para que o estudante entre com a localização. A interação do professor com a Ferramenta de Autoria Anatome não se diferencia nas duas interações.

Como relatado anteriormente, as atividades aqui modeladas consideraram avaliações individuais, composta de questões com o mesmo tipo de conhecimento e sentido de identificação anatômica, e realização de atividades assincronamente entre estudantes e autores. Entretanto, muitas outras variações são possíveis. Pode-se modelar atividades que contenham questões de tipos diversificadas {com conhecimento teórico e sentido *Localização->Conteúdo*; com conhecimento prático e sentido *Localização->Conteúdo*; com conhecimento teórico e sentido *Conteúdo->Localização*; com conhecimento prático e sentido *Conteúdo->Localização*} na mesma avaliação. Outra variação pode ser a avaliação em grupo, com comunicação síncrona com o professor, em que ele determina qual estudante irá responder qual questão, entre outras possibilidades.

FIGURA 28 - INTERAÇÃO DA ATIVIDADE AVALIAÇÃO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO CONTEÚDO->LOCALIZAÇÃO.



Avaliação - Conteúdo prático - Sentido: Conteúdo-> Localização

FONTE: A autora (2018).

4.3.3. Tecnologia de processamento e E/S e Serviços: os módulos prover acessibilidade nos sistemas

O módulo *Tecnologia de processamento e E/S* e o módulo *Serviços* são responsáveis por prover acessibilidade aos sistemas Anatome-AT e Anatome. Eles estão descritos na mesma seção para facilitar a compreensão, por terem responsabilidade compartilhada dependendo da implementação. Eles são responsáveis por prover a estudantes com diferentes necessidades específicas a possibilidade de realizar as atividades implementadas no módulo *Modelo de interação* dos sistemas Anatome-AT e Anatome.

O módulo *Tecnologia de processamento e E/S* é responsável pelo gerenciamento dos dispositivos utilizados para apresentar os conteúdos e receber as entradas de dados dos usuários. Os dispositivos utilizados para a implementação do Anatome podem limitar o tipo de mídia usada pelos estudantes para realizarem as atividades que compõem o módulo Modelo de interação daquele sistema. A falta de um display digital ou equipamento de projeção limita a utilização de vídeo para a interação do estudante. A falta de um dispositivo de captura de vídeo impede ao estudante responder em vídeo, que é um tipo de resposta adequado para pessoas cuja primeira língua é a língua de sinais {surdos}. Se as peças para referência de localização forem peças tridimensionais é necessário ter um dispositivo de captura para identificar a indicação da parte anatômica, como uma câmera ou outro tipo de sensor que permita detectar a indicação da localização da parte anatômica da peça.

Exemplos de tecnologias que podem ser selecionados para a implementação:

- PC + mouse + teclado + monitor + câmera + microfone;
- Dispositivo *touchscreen*, óculos de realidade virtual + *smartphone*;
- Peças anatômicas físicas + sensores + *smartphone*;

Em cada um dos conjuntos de tecnologias apresentadas nos exemplos, pode-se utilizar tecnologias assistivas para auxiliar os estudantes no uso dos dispositivos, como vestíveis (óculos, capacete, luvas), linha braille, acionadores, ponteiros de cabeça, colmeia para teclado entre outros.

O módulo *Serviços* é responsável por autenticar e converter dados de entrada e saída para prover acessibilidade ao sistema. Como exemplo, podemos citar conversão de texto em áudio (utilizado em leitores de tela, por exemplo), texto em

braille, voz em texto etc.⁶⁸ Estes serviços são úteis tanto no Anatome, para converter os conteúdos para estudantes com diferentes necessidades e preferências, quanto na ferramenta de autoria, para auxiliar o professor na criação de conteúdos ou verificar a qualidade de algum serviço de conversão de uso permitido em um A-LS.

No caso do Anatome, os módulos *Tecnologia de processamento e E/S* e *Serviços* tem uma responsabilidade compartilhada: a identificação do ID local, que indica a localização das partes anatômicas nas peças. O Local ID pode ser desde as setas comumente utilizadas em aulas práticas de anatomia, até as coordenadas num espaço tridimensional, com manipulação de peças anatômicas tridimensionais digitais, cuja identificação ocorre por gesto, em que o estudante aponta uma parte da peça digital para acessar conteúdos relacionados ou exibir ou ocultar uma estrutura anatômica. Sendo assim, a captação do sinal é responsabilidade do módulo *Tecnologia de processamento e E/S* e a conversão para um valor já reconhecido e mapeado no Anatome {numérico, por exemplo} seria responsabilidade do módulo *Serviços*.

4.4. REQUISITOS DAS TECNOLOGIAS MODELADAS

Esta seção apresenta os requisitos para os sistemas propostos neste trabalho, indica os passos metodológicos nos quais os requisitos foram identificados ou tiveram sua necessidade reforçada. Além disso, detalha os requisitos considerados importantes para favorecer o Princípio 3 do *UDL Guidelines 2.0*, *Engajamento*, por não serem triviais para compreensão pela equipe de desenvolvimento das tecnologias propostas neste trabalho.

O QUADRO 8 apresenta os requisitos para a Ferramenta de Autoria Anatome, o sistema para apoiar a elaboração personalizada de conteúdos de Anatomia pelos autores.

⁶⁸ Na página do Centro Tecnológico de Acessibilidade do Instituto Federal do Rio Grande do Sul tem uma lista de conversores de texto para fala, leitores de tela, conversores de fala para texto entre outras tecnologias gratuitas: <https://cta.ifrs.edu.br/tecnologia-assistiva/ferramentas-gratuitas-de-ta/>

QUADRO 8 - REQUISITOS PARA A FERRAMENTA DE AUTORIA ANATOME-AT.

AT.01	Ambiente multiplataforma.
AT.02	Permitir inclusão de conteúdos em diferentes línguas (Português, Inglês, Libras, ASL etc.).
AT.03	Permitir a inclusão de serviços para melhorar a acessibilidade e diversificar a interação (extensibilidade).
AT.04	Permitir a inclusão de conteúdos de Anatomia abordados em diferentes cursos (peças genéricas) para permitir seu reuso.
AT.05	Permitir a inclusão dos nomes das partes anatômicas a serem localizadas na peça.
AT.06	Permitir a inclusão dos conhecimentos teóricos associados aos nomes das partes anatômicas da peça (de forma opcional).
AT.07	Permitir a criação de roteiro de aprendizagem personalizado para cada disciplina de Anatomia, a partir da seleção dos nomes e conhecimentos teóricos associados às partes das peças genéricas (personalização).
AT.08	Permitir a inclusão de um mesmo conteúdo usando diferentes meios (texto, áudio, vídeo etc.), explorando diferentes modalidades perceptivas (visão, audição, tato etc.) possibilitando a seleção dos que serão utilizados nos diferentes roteiros de aprendizagem com peças interativas.
AT.09	Orientar o autor a disponibilizar o conhecimento teórico dividido em partes pequenas para facilitar a compreensão, a seleção, a manutenção e o reuso.
AT.10	Permitir configurar a utilização de múltiplos meios de ação e expressão do estudante com a Peça Anatômica Interativa explorando diferentes modalidades perceptivas (visão, audição, tato).
AT.11	Permitir a entrada de dados para facilitar a recuperação dos conteúdos digitais das peças existentes (nome, sistema, região).
AT.12	Permitir realizar o mapeamento entre o nome das partes anatômicas do roteiro e a localização dela na peça anatômica.
AT.13	Permitir incluir mapeamento referenciado para partes anatômicas não acessíveis na superfície da peça.
AT.14	Permitir o mapeamento das partes anatômicas de um roteiro a diferentes conjuntos de peças.
AT.15	Permitir o uso de diferentes peças anatômicas como referência de localização (naturais, sintéticas, imagens digitais, peças digitais 3D).
AT.16	Permitir associar um conteúdo teórico a uma parte anatômica, a várias partes ou a várias partes ordenadas.
AT.17	Permitir que o professor defina o local da peça onde deve ser posicionado o identificador (por exemplo, seta numerada) da parte anatômica a ser identificada.
AT.18	Permitir configurar as atividades de aprendizagem dos estudantes (tempo máximo para identificação, quantidade máxima de tentativas etc.) e os meios utilizados na interação (texto, áudio, vídeo etc.) para explorar diferentes modalidades perceptivas (visão, audição, tato etc.) dos estudantes.
AT.19	Permitir a entrada de termos gerais e siglas usadas na Anatomia (exemplos: a. artéria, aa. artérias, art. articulação etc.).
AT.20	Orientar o autor durante a atividade de mapeamento visando a segurança do estudante na interação com o Anatome e Anatome Learning Script (exemplo, não usar alfinete para setar a localização em peças usadas por cegos).
AT.21	Permitir a inclusão incremental de conteúdos à peça genérica.
AT.22	Orientar a interação do professor em cada passo do processo de criação dos Roteiros de Aprendizagem de Anatomia (A-LS).
AT.23	Implementar o sistema seguindo as normas de acessibilidade, privacidade, segurança e proteção vigentes (WCGA, ISSO GUIDE 71:2001, etc.).
AT.24	Realizar avaliação de usabilidade universal com a participação de usuários alvo a cada módulo implementado para a Ferramenta de Autoria Anatome-AT.
AT.25	Produzir/Atualizar materiais de ajuda em diferentes mídias para cada módulo implementado.
AT.26	Permitir a definição dos usuários que exercerão papel específico na interação dos estudantes com a peça anatômica interativa (tutor, monitor etc.) e os tipos de interação permitidos na atividade de avaliação.

FONTE: A autora (2018).

O QUADRO 9 apresenta os requisitos para o sistema Anatome, para apoiar o ensino e aprendizagem dos estudantes com ou sem deficiência, com ou sem necessidades específicas.

QUADRO 9 - REQUISITOS PARA O ANATOME.

PR.01	Ambiente multiplataforma.
PR.02	Permitir a seleção da língua em que se deseja acessar os conteúdos (dentre aquelas disponibilizadas no Roteiro de Aprendizagem de Anatomia em questão).
PR.03	Dar suporte à inclusão de serviços para melhorar a acessibilidade e diversificar a interação (extensibilidade).
PR.04	Permitir a busca de Roteiros de Aprendizagem de Anatomia (A-LS) por nome, sistema, região.
PR.05	Permitir a apresentação de um mesmo conteúdo com diferentes meios (texto, áudio, vídeo etc.) explorando diferentes modalidades perceptivas (visão, audição, tato etc.), usando diferentes dispositivos (monitor, alto-falante, dispositivos, móveis, etc.).
PR.06	Permitir a interação utilizando múltiplos meios de ação e expressão do usuário (gestos, voz, digitação, apontamento, manipulação etc.) utilizando diferentes modalidades perceptivas (visão, audição, tato etc.) usando diferentes dispositivos (teclado, mouse, câmera, acionador, dispositivos móveis, sensores etc.).
PR.07	Permitir a identificação anatômica no sentido Nome -> Localização.
PR.08	Permitir a identificação anatômica no sentido Conhecimento teórico -> Localização.
PR.09	Permitir a identificação anatômica no sentido Localização -> Nome.
PR.10	Permitir a identificação anatômica no sentido Localização -> Conhecimento teórico.
PR.11	Disponibilizar a opção Estudo, em que o sistema do Anatome informa ao estudante o nome e os conhecimentos teóricos relacionados às partes anatômicas da peça.
PR.12	Disponibilizar a opção Treinamento, em que o estudante localiza as partes anatômicas solicitadas pelo sistema do Anatome, ou nomeia as partes anatômicas cuja localização é informada pelo sistema, recebendo o feedback para verificar seus erros e acertos.
PR.13	Disponibilizar a opção Avaliação, que funciona similarmente ao Treinamento, mas a definição do limite de tempo para a identificação anatômica e a correção das atividades é realizada pelo professor.
PR.14	Sugerir alternar entre os modos de utilização do treinamento (PR.07, PR.08, PR.09, PR.10) e alertar quando utilizar o treinamento com a opção PR.07 repetidas vezes, sugerindo alternar para os outros modos para evitar operações repetitivas, e possível desconforto ou dor.
PR.15	Permitir ajustabilidade da informação pelo usuário (fonte, volume etc.).
PR.16	Fornecer meio de apresentação de termos gerais e de siglas usadas na Anatomia (exemplos: a. artéria, aa. artérias, art. articulação etc.).
PR.17	Orientar os estudantes a informar possíveis problemas de acessibilidade ou segurança aos autores ou responsáveis pelas peças disponibilizadas.
PR.18	Orientar a interação do estudante no primeiro uso do Anatome e manter um sistema de ajuda disponível para ser ativado quando o usuário desejar.
PR.19	Implementar o sistema seguindo as normas de acessibilidade, privacidade, segurança e proteção da vigentes (WCGA, ISSO GUIDE 71:2001, etc.).
PR.20	Realizar avaliação de usabilidade universal com a participação dos usuários-alvo a cada módulo implementado.
PR.21	Produzir/Atualizar o material de ajuda em diferentes mídias para cada módulo implementado.
PR.22	Permitir a realização das atividades individualmente ou em grupo, oferecendo diferentes níveis de interação entre usuários (estudantes entre si; estudantes, tutores e professores), de forma síncrona e/ou assíncrona, para favorecer a socialização e engajamento (tutoria, monitoria etc.).

FONTE: A autora (2018).

A identificação dos requisitos apresentados no QUADRO 8 e QUADRO 9 ocorreu nas várias fases de realização desta tese. A FIGURA 30 mostra os passos metodológicos nos quais os requisitos foram identificados ou tiveram sua necessidade reforçada. Para facilitar a compreensão dos códigos usados na fase de análise do UDL, indicados na terceira coluna de cada uma das duas tabelas apresentadas na FIGURA 30, serão apresentados novamente os componentes do UDL em Português, na FIGURA 29.

A versão 2.0 do *UDL Guidelines* traduzida para o Português (CAST, 2011) utilizada neste trabalho tem:

- três princípios, indicados com algarismos romanos I, II e III na parte superior de cada coluna da FIGURA 29;
- cada princípio tem três recomendações (*guidelines*), indicados em algarismos arábicos na parte superior dos quadros internos às colunas dos princípios na FIGURA 29;
- cada recomendação tem vários pontos de verificação (*checkpoints*), indicados como algarismos arábicos em forma de sublista, dentro do quadro relacionando-os com a respectiva recomendação FIGURA 29;

FIGURA 29 - UDL GUIDELINES 2.0 EM PORTUGUÊS.

I. Proporcionar Modos Múltiplos de Apresentação	II. Proporcionar Modos Múltiplos de Ação e Expressão	III. Proporcionar Modos Múltiplos de Autoenvolvimento (Engagement)
<p>1: Proporcionar opções para a percepção</p> <p>1.1 Oferecer meios de personalização na apresentação da informação</p> <p>1.2 Oferecer alternativas à informação auditiva</p> <p>1.3 Oferecer alternativas à informação visual</p>	<p>4: Proporcionar opções para a atividade física</p> <p>4.1 Diversificar os métodos de resposta e o percurso</p> <p>4.2 Otimizar o acesso a instrumentos e tecnologias de apoio</p>	<p>7: Proporcionar opções para incentivar o interesse</p> <p>7.1 Otimizar a escolha individual e a autonomia</p> <p>7.2 Otimizar a relevância, o valor e a autenticidade</p> <p>7.3 Minimizar a insegurança e a ansiedade</p>
<p>2: Oferecer opções para o uso da linguagem, expressões matemáticas e símbolos</p> <p>2.1 Esclarecer a terminologia e símbolos</p> <p>2.2 Esclarecer a sintaxe e a estrutura</p> <p>2.3 Apoiar a descodificação do texto, notações matemáticas e símbolos</p> <p>2.4 Promover a compreensão em diversas línguas</p> <p>2.5 Ilustrar com exemplos usando diferentes media</p>	<p>5: Oferecer opções para a expressão e a comunicação</p> <p>5.1 Usar meios mediáticos múltiplos para a comunicação</p> <p>5.2 Usar instrumentos múltiplos para a construção e composição</p> <p>5.3 Construir fluências com níveis graduais de apoio à prática e ao desempenho</p>	<p>8: Oferecer opções para o suporte ao esforço e à persistência</p> <p>8.1 Elevar a relevância das metas e objetivos</p> <p>8.2 Variar as exigências e os recursos para otimizar os desafios</p> <p>8.3 Promover a colaboração e o sentido de comunidade</p> <p>8.4 Elevar o reforço ao saber adquirido</p>
<p>3: Oferecer opções para a compreensão</p> <p>3.1 Ativar ou providenciar conhecimentos de base</p> <p>3.2 Evidenciar iterações (patterns), pontos essenciais, ideias principais e conexões</p> <p>3.3 Orientar o processamento da informação, a visualização e a manipulação</p> <p>3.4 Maximizar o transferir e o generalizar</p>	<p>6: Oferecer opções para as funções executivas</p> <p>6.1 Orientar o estabelecimento de metas adequadas</p> <p>6.2 Apoiar a planificação e estratégias de desenvolvimento</p> <p>6.3 Interceder na gerência da informação e dos recursos</p> <p>6.4 Potencializar a capacidade de monitorizar o progresso</p>	<p>9: Oferecer opções para a autorregulação</p> <p>9.1 Promover expectativas e antecipações que otimizem a motivação</p> <p>9.2 Facilitar a capacidade individual de superar dificuldades</p> <p>9.3 Desenvolver a autoavaliação e a reflexão</p>

FONTE: Adaptado de CAST (2011)

Na FIGURA 30, para cada requisito identificado ou com necessidade reforçada na análise do UDL, foi utilizado o código P (Princípio) seguido por um algarismo arábico (P1, P2 ou P3), quando todas as recomendações e pontos de verificação subjacentes estão relacionados ao requisito, o código G (*Guideline*) seguido por um algarismo arábico (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9), quando todos os pontos de verificação subjacentes estão associados, e o *checkpoint* (CP) seguido por algarismos arábicos em forma de lista, caso contrário.

FIGURA 30 - PASSOS METODOLÓGICOS NOS QUAIS OS REQUISITOS FORAM ELUCIDADADOS.

Ferramenta de Autoria Anatome -AT					Anatome				
Código	CD	UDL	FG	Eval	Código	CD	UDL	FG	Eval
AT.01	X	P1, P2, G7			PR.01	X	P1, P2, G7		
AT.02		G2, G3	X		PR.02		G2, G3		
AT.03		P1, P2, P3			PR.03		P1, P2, P3		
AT.04	X				PR.04	X			
AT.05	X	G3, P3			PR.05	X	G1, P3	X	
AT.06	X	G3, P3			PR.06		P2, P3	X	
AT.07	X				PR.07 a PR.12	X	P3	X	
AT.08	X	G1, P3			PR.13	X	P3		
AT.09	X	G3			PR.14				X
AT.10		P2, P3			PR.15		G1		
AT.11 a AT.14	X				PR.16	X	G2		
AT.15	X	P1, P2, P3	X		PR.17		CP 7.3	X	
AT.16 a AT.17	X				PR.18 a PR.21				X
AT.18	X	P3			PR.22		P3	X	
AT.19	X	G2							
AT.20		CP 7.3	X						
AT.21	X	P3							
AT.22	X	P3	X						
AT.23 a AT.25				X					
AT.26		P3	X						

LEGENDA:	
CD	Design Contextual
UDL	Desenho Universal na Aprendizagem
FG	Grupo de foco
Eval	Avaliação

FONTE: A autora (2018).

As relações entre os requisitos e o Princípio 3 do *UDL Guidelines 2.0, Engajamento*, serão brevemente discutidas por serem as menos óbvias para desenvolvedores de TI, que devem trabalhar juntamente com professores de Anatomia para desenvolvimento das tecnologias educacionais aqui propostas. Para facilitar a compreensão, serão repetidos no QUADRO 10 as recomendações (*guidelines*) do Princípio 3 do UDL, com os respectivos Pontos de Verificação (*checkpoints*).

QUADRO 10 - P3 - PROPORCIONAR MODOS MÚLTIPLOS DE AUTOENVOLVIMENTO (ENGAJAMENTO).

G7: Proporcionar opções para incentivar o interesse	CP 7.1 Otimizar a escolha individual e a autonomia CP 7.2 Otimizar a relevância, o valor e a autenticidade CP 7.3 Minimizar a insegurança e a ansiedade
G8: Oferecer opções para o suporte ao esforço e à persistência	CP 8.1 Elevar a relevância das metas e objetivos CP 8.2 Variar as exigências e os recursos para otimizar os desafios CP 8.3 Promover a colaboração e o sentido de comunidade CP 8.4 Elevar o reforço ao saber adquirido
G9: Oferecer opções para a autorregulação	CP 9.1 Promover expectativas e antecipações que otimizem a motivação CP 9.2 Facilitar a capacidade individual de superar dificuldades CP 9.3 Desenvolver a autoavaliação e a reflexão

FONTE: Adaptado de CAST (2011)

Ambientes multiplataforma (AT.01, PR.01) que permitem a ajustabilidade das informações (PR.15) permitem ao usuário utilizar um ambiente que já estão familiarizados, reduzindo a insegurança e a ansiedade, permitindo-o adequar as informações de forma a atender suas preferências individuais.

Desenvolver as tecnologias extensíveis (AT.03, PR.03) permite que a medida que for sendo identificada a necessidade, possa-se incluir módulos que oferecem opções para incentivar o interesse, para o suporte ao esforço e à persistência e para ajudar a desenvolver a autorregulação.

O objetivo de dar suporte à utilização de conhecimento abordado nas aulas práticas, teóricas e teórico-práticas (AT.05, AT.06) e permitir ao estudante selecionar o sentido da identificação (PR.07 a PR.10) nas atividades de aprendizagem (PR.11 e PR.12) permitem ao estudante definir sua trajetória de aprendizagem, de acordo com seu interesse. Também permite ao estudante definir suas próprias metas, objetivos e desafios, e acompanhar a evolução de sua aprendizagem (PR.12), definindo estratégias de autorregulação para superar as dificuldades, e avaliar como alcançar a aprendizagem esperada, tendo como referência os parâmetros definidos pelo professor para as atividades avaliativas (AT.18, PR.13).

A disponibilização de um mesmo conteúdo em diversos meios (AT.08, PR.05) explorando diversas modalidades perceptivas, usando diferentes dispositivos; o reconhecimento de diferentes meios de entrada de dados pelos estudantes (AT.10, PR.06); e a possibilidade de uso de diferentes peças anatômicas como referência de localização das partes anatômicas a serem aprendidas pelos estudantes (AT.15) permitem que os estudantes selecionem aqueles recursos que têm mais facilidade ou interesse, estimulam a persistência na aprendizagem para superar as dificuldades e

alcançar os objetivos da aprendizagem. Permitem também ao professor selecionar recursos de acordo com os objetivos de aprendizagem da disciplina para aumentar o desafio para os estudantes explorando estilos de aprendizagem que considera importante, mas não são os geralmente selecionados pelos estudantes para a interação.

As tecnologias de apoio ao ensino e aprendizagem também devem orientar os usuários em relação à segurança (AT.20, PR.17), em relação às potencialidades do Anatome-AT para elaborar A-LS que estimulem o engajamento dos estudantes (AT.21). Permitir a inclusão incremental de conteúdos aos A-LS (AT.21) também pode favorecer o engajamento por permitir ao autor adicionar conhecimentos de acordo com a evolução da aprendizagem de uma turma, para incentivar o interesse, a persistência ou a reflexão dos estudantes sobre a própria aprendizagem.

As atividades de aprendizagem podem ser realizadas individualmente, para estimular a autonomia, ou em grupo, para estimular a socialização e a disposição para a aprendizagem, o que também favorece o engajamento (AT.26, PR.22).

4.5. EXEMPLOS DE USO

Suponha uma Ferramenta de Autoria Anatome-AT sendo um sistema *web*; o Anatome uma aplicação Mobile que tem serviços de conversão de texto em fala, leitura de etiqueta NFC e reconhecimento de voz, que permite o uso de peças físicas e imagem digital para referência de localização; e um repositório *web* para os roteiros digitais e A-LS.

Uma professora, que trabalha em uma instituição que tem uma grande quantidade e variedade de peças anatômicas sintéticas, decide utilizá-las para criar os A-LS com os conteúdos de uma disciplina que tem aumentado o número de reprovações, com o objetivo de incentivar os estudantes. No início do semestre a professora cadastrou todos os roteiros de aula prática da disciplina, utilizando o Anatome-AT. Esse processo é rápido se o professor tem seus roteiros em arquivos digitais (.docx, .odt etc.), pois pode copiar o nome das peças e partes anatômicas para criar seus roteiros digitais no Anatome-AT. Semanalmente, ela seleciona as peças para referência de localização e mapeia as partes do roteiro digital à sua localização nas peças, associando um número a cada nome de parte, que deve corresponder ao número da etiqueta NFC que ela vai colar nas respectivas partes das peças sintéticas.

Ela escreve sobre cada etiqueta NFC o respectivo número e depois cola nas partes das peças a serem identificadas. Então, a professora disponibiliza o A-LS da aula da semana para os estudantes. As peças etiquetadas ficarão prontas para o semestre seguinte. Ao utilizarem o Anatome para estudar com os A-LS disponibilizados, eles podem escolher acessar os conteúdos em forma textual, ou em áudio (texto convertido em fala). Também escolhem como identificar a localização das partes durante o estudo e o treinamento: usando o leitor de NFC do dispositivo mobile ou falando (serviço de reconhecimento de voz). Na avaliação, a professora definiu respostas em texto e identificação com NFC, pois todos estão no mesmo laboratório, inviabilizando o uso de entrada de voz durante a avaliação.

No semestre seguinte, a professora inclui os conhecimentos teóricos associados em texto ao roteiro digital, atualiza o A-LS e disponibiliza a atualização para os alunos. Naquela turma tinha um aluno com dislexia e um cego. A professora adesivou etiquetas em braille transparentes sobre as etiquetas NFC para facilitar a identificação anatômica no sentido Conteúdo -> Localização pelo estudante cego. Os dois estudantes com necessidades específicas fazem as avaliações em espaço separado, para responder as questões e indicar a localização das partes anatômicas usando voz. A professora achou ruim ter que deixar somente esses alunos fazerem avaliação usando voz. Então, solicitou ao Departamento de TI da instituição o desenvolvimento de uma funcionalidade (módulo de serviço) que permitisse ela definir uma quantidade x de questões para a avaliação e cadastrasse $x + y$ questões para o sistema sortear quais seriam usadas em tempo de execução.

Na turma do semestre seguinte tem um estudante surdo. Então, a professora e o intérprete da instituição gravaram vídeo em língua de sinais com os conteúdos dos roteiros (que até então estavam disponibilizados somente em texto) e adicionaram aos roteiros. A professora atualizou o A-LS e os disponibilizou para a turma. Assim, o estudante surdo selecionou acessar os conteúdos dos A-LS em vídeos em língua de sinais, enquanto os demais estudantes selecionavam os conteúdos em texto ou texto convertido em áudio. Desta forma, todos os estudantes acessavam o mesmo conteúdo, mas em meios diferentes {texto, texto convertido em áudio ou vídeo em língua de sinais}.

A professora foi convidada a trabalhar em outra instituição para ministrar a mesma disciplina no mesmo curso. Então, ela usou o mesmo roteiro digital para mapear os conhecimentos para o conjunto de peças daquela instituição. Como lá as

peças eram cadavéricas, setadas antes de cada aula com alfinetes numerados, bastou ela colar uma etiqueta NFC no verso de cada seta (sendo o número da etiqueta NFC e o número da seta), mapear o mesmo roteiro digital já pronto, para os números das setas, imprimir os gabaritos (nome-número) e setar as peças com eles semanalmente. No semestre seguinte, entra um estudante com deficiência intelectual e precisa de mais tempo para realizar as avaliações. Ela pega o A-LS pronto, muda as configurações de tempo e disponibiliza para este estudante.

Incrementalmente ela foi adicionando os conteúdos. E ainda, cedeu os seus roteiros para uma colega, que vai começar a disponibilizar A-LS para os alunos dela, poupando-a um bom trabalho.

4.6. AVALIAÇÃO DOS MODELOS E REQUISITOS PROPOSTOS

A avaliação da proposta foi realizada pelos usuários do contexto (professores, ex-professores, alunos e ex-alunos) e por especialistas em TI, cujas respostas são sumarizadas na Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente. Foi utilizado um questionário com 29 questões para verificar a opinião dos avaliadores em relação ao desempenho de desenho universal da proposta. Cada questão tem um código, apresentado na primeira coluna da Tabela 1 e da Tabela 2, com um dígito, representando o princípio do desenho universal (1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7) com o qual a questão está relacionada, e um caractere. Cada questão tem seis opções de resposta {Não se aplica, Discordo totalmente, Discordo parcialmente, Neutro (não concordo nem discordo), Concordo parcialmente, Concordo totalmente}; e um espaço para comentário.

A última coluna da Tabela 1 e da Tabela 2 mostra a soma das respostas a cada pergunta, e a última linha o total de respostas para cada uma das seis opções. Foram consideradas três respostas dos usuários do contexto e dez dos especialistas em TI, como detalhado no Capítulo 3. Uma questão do primeiro grupo e uma do segundo foram excluídas, por não terem sido compreendidas pelos avaliadores. Sendo assim, foram consideradas 86 das 87 respostas totais das respostas dos usuários, e 289 das 290 respostas totais dos especialistas em TI para as 29 perguntas. Esses valores podem ser conferidos na última célula da Tabela 1 e da Tabela 2.

TABELA 1 - RESPOSTAS DOS USUÁRIOS DO CONTEXTO

		Não se aplica	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Neutro	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Total de respostas
1A	Todos os usuários em potencial podem usar este produto essencialmente da mesma maneira, independentemente das diferenças em suas habilidades.	0	1	0	0	2	0	3
1B	Todo usuário em potencial pode usar este produto sem se sentir segregado ou estigmatizado devido a diferenças nas capacidades pessoais.	0	0	1	0	1	1	3
1C	Todo usuário em potencial deste produto tem acesso a todos os recursos de privacidade, segurança e proteção, independentemente de recursos pessoais.	1	0	0	1	1	0	3
1D	Este produto agrada a todos os usuários em potencial.	0	0	0	2	1	0	3
2A	Todo usuário em potencial pode encontrar pelo menos uma maneira de usar esse produto com eficiência.	0	0	0	0	0	3	3
2B	Este produto pode ser usado somente com a mão direita ou somente com a mão esquerda.	1	0	0	1	0	1	3
2C	Este produto facilita (ou não exige) precisão e exatidão do usuário.	0	0	1	0	0	1	2
2D	Este produto pode ser usado em qualquer ritmo (rápido ou lento) que o usuário preferir.	0	0	0	0	2	1	3
3A	Este produto é tão simples e direto quanto possível.	0	1	0	0	2	0	3
3B	Uma pessoa não treinada pode usar este produto sem instruções.	0	2	0	0	1	0	3
3C	Qualquer usuário em potencial pode entender o idioma usado neste produto.	0	0	0	0	2	1	3
3D	As características mais importantes deste produto são as mais óbvias.	0	1	2	0	0	0	3
3E	Este produto fornece feedback ao usuário.	0	0	0	0	2	1	3
4A	Este produto pode ser usado sem audição.	0	0	0	0	0	3	3
4B	Este produto pode ser usado sem visão.	0	0	0	0	2	1	3
4C	As características deste produto podem ser claramente descritas em palavras (por exemplo, em manuais de instrução ou ajuda por telefone).	0	1	0	0	1	1	3
4D	Este produto pode ser usado por pessoas que usam dispositivos de auxílio (por exemplo, óculos, aparelhos auditivos, língua de sinais ou animais de serviço).	0	0	0	0	1	2	3
5A	Os recursos do produto são organizados de acordo com sua importância.	0	0	0	2	0	1	3
5B	Este produto chama a atenção do usuário para erros ou perigos.	0	0	0	0	3	0	3
5C	Se o usuário cometer um erro com este produto, ele não irá causar danos ou ferir o usuário.	1	0	0	0	1	1	3
5D	Este produto solicita que o usuário preste atenção durante as tarefas críticas.	0	0	0	0	0	3	3
6A	Este produto pode ser usado confortavelmente (por exemplo, sem movimentos ou posturas desajeitadas).	0	0	1	0	1	1	3
6B	Este produto pode ser usado por alguém que esteja fraco ou cansado.	0	0	0	0	2	1	3
6C	Este produto pode ser usado sem repetir movimentos suficientes para causar fadiga ou dor.	0	0	0	0	0	3	3
6D	Este produto pode ser usado sem ter que descansar depois.	0	0	0	0	2	1	3
7A	É fácil para uma pessoa de qualquer tamanho ver todos os elementos importantes deste produto de qualquer posição (por exemplo, em pé ou sentado).	0	0	0	0	0	3	3
7B	É fácil para uma pessoa de qualquer tamanho alcançar todos os elementos importantes deste produto a partir de qualquer posição (por exemplo, em pé ou sentado).	0	0	0	0	0	3	3
7C	Este produto pode ser usado por uma pessoa com mãos de qualquer tamanho.	0	0	0	0	0	3	3
7D	Há espaço suficiente para usar este produto com dispositivos ou assistência (por exemplo, cadeira de rodas, tanque de oxigênio, animal de serviço ou outra pessoa).	0	0	0	0	0	3	3
Total de respostas		3	6	5	6	27	39	86

FONTE: A autora (2019).

TABELA 2 - RESPOSTAS DOS ESPECIALISTAS EM TI

		Não se aplica	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Neutro	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Total de respostas
1A	Todos os usuários em potencial podem usar este produto essencialmente da mesma maneira, independentemente das diferenças em suas habilidades.	0	1	1	0	1	7	10
1B	Todo usuário em potencial pode usar este produto sem se sentir segregado ou estigmatizado devido a diferenças nas capacidades pessoais.	0	0	1	0	4	5	10
1C	Todo usuário em potencial deste produto tem acesso a todos os recursos de privacidade, segurança e proteção, independentemente de recursos pessoais.	0	1	0	0	2	7	10
1D	Este produto agrada a todos os usuários em potencial.	0	1	0	2	2	5	10
2A	Todo usuário em potencial pode encontrar pelo menos uma maneira de usar esse produto com eficiência.	0	0	0	0	1	9	10
2B	Este produto pode ser usado somente com a mão direita ou somente com a mão esquerda.	3	0	0	1	1	5	10
2C	Este produto facilita (ou não exige) precisão e exatidão do usuário.	0	1	1	0	2	6	10
2D	Este produto pode ser usado em qualquer ritmo (rápido ou lento) que o usuário preferir.	0	0	0	0	1	9	10
3A	Este produto é tão simples e direto quanto possível.	0	1	0	0	2	7	10
3B	Uma pessoa não treinada pode usar este produto sem instruções.	0	2	3	0	5	0	10
3C	Qualquer usuário em potencial pode entender o idioma usado neste produto.	0	0	1	0	1	8	10
3D	As características mais importantes deste produto são as mais óbvias.	0	0	0	1	2	6	9
3E	Este produto fornece feedback ao usuário.	0	0	0	0	3	7	10
4A	Este produto pode ser usado sem audição.	0	0	1	0	1	8	10
4B	Este produto pode ser usado sem visão.	0	0	0	0	2	8	10
4C	As características deste produto podem ser claramente descritas em palavras (exemplo, em manuais de instrução ou ajuda por telefone).	0	0	0	0	1	9	10
4D	Este produto pode ser usado por pessoas que usam dispositivos de auxílio (por exemplo, óculos, aparelhos auditivos, língua de sinais ou animais de serviço).	0	0	1	0	0	9	10
5A	Os recursos do produto são organizados de acordo com sua importância.	0	0	0	1	3	6	10
5B	Este produto chama a atenção do usuário para erros ou perigos.	1	1	1	1	3	3	10
5C	Se o usuário cometer um erro com este produto, ele não irá causar danos ou ferir o usuário.	1	0	1	1	2	5	10
5D	Este produto solicita que o usuário preste atenção durante as tarefas críticas.	0	0	2	0	3	5	10
6A	Este produto pode ser usado confortavelmente (por exemplo, sem movimentos ou posturas desajeitadas).	0	0	0	0	2	8	10
6B	Este produto pode ser usado por alguém que esteja fraco ou cansado.	1	1	1	1	2	4	10
6C	Este produto pode ser usado sem repetir movimentos suficientes para causar fadiga ou dor.	0	0	1	0	1	8	10
6D	Este produto pode ser usado sem ter que descansar depois.	1	0	1	0	2	6	10
7A	É fácil para uma pessoa de qualquer tamanho ver todos os elementos importantes deste produto de qualquer posição (por exemplo, em pé ou sentado).	0	0	0	1	3	6	10
7B	É fácil para uma pessoa de qualquer tamanho alcançar todos os elementos importantes deste produto a partir de qualquer posição (por exemplo, em pé ou sentado).	0	0	0	1	2	7	10
7C	Este produto pode ser usado por uma pessoa com mãos de qualquer tamanho.	0	0	0	0	4	6	10
7D	Há espaço suficiente para usar este produto com dispositivos ou assistência (por exemplo, cadeira de rodas, tanque de oxigênio, animal de serviço ou outra pessoa).	0	0	0	1	0	9	10
Total de respostas		7	9	16	11	58	188	289

FONTE: A autora (2019).

Serão discutidos aqui os comentários incluídos pelos participantes no questionário de avaliação ou comentada pelos especialistas em TI na discussão no momento de socialização das respostas. A discussão será apresentada por ordem de relevância, citando o código da questão do questionário com a qual está relacionada entre chaves, e requisitos dos sistemas originados a partir da avaliação entre parênteses, quando for o caso.

Os dois grupos indicaram que as tecnologias propostas não são simples {3A}, pois objetiva atender a todas as disciplinas de uma área de conhecimento, e atender às necessidades de pessoas com características diversas. Eles ressaltaram a necessidade de orientação e treinamento {3B}, o que deu origem a novos requisitos {AT.25, PR.18, PR.21}, como é possível verificar na FIGURA 30 da seção 4.4 (página 111).

O grupo dos usuários do contexto indicou que as características mais importantes dos sistemas propostos não são as mais óbvias {3D}, pois geralmente os professores não disponibilizam o mesmo conteúdo em diversas mídias. E disponibilizar o mesmo conteúdo em várias mídias pode dar bastante trabalho ao professor, portanto, os sistemas propostos provavelmente não agradarão a todos os usuários {1D}. Os especialistas em TI qualificaram a questão sobre agradar o usuário {1D} como subjetiva, bem como a questão 1B.

Privacidade, segurança e proteção {1C} e alerta sobre possíveis riscos {5B} como o de movimento repetitivo {6C} precisavam ser melhor contemplados na proposta, como indicaram os especialistas em TI. Esse fato deu origem a novos requisitos para suprir essas carências {AT.23, AT.24, PR.19, PR.20} e {PR.14}.

As tecnologias pretendem atender usuários com diferentes necessidades específicas, portanto, não serão usadas da mesma forma {1A}, pois cada um escolherá a forma que for mais conveniente para a sua necessidade. Os especialistas em TI acharam que a pergunta deveria se referir a todos os usuários usarem a mesma tecnologia, e nesse caso, concordam que será possível quando a tecnologia implementada tiver recurso para os usuários com características diferentes.

Sobre o uso das tecnologias propostas por pessoas fracas ou cansadas {6B} e necessidade de descanso após a utilização {6D}, os especialistas em TI argumentaram que o desempenho na atividade pode não ser o mesmo, como seria também na realização das mesmas atividades sem o apoio das tecnologias propostas.

Outros comentários relacionam as questões com fatos que transcendem os modelos e os requisitos elucidados e estavam relacionadas a:

- Disponibilização de conteúdos acessíveis pelos professores:
 - 3C: Qualquer usuário em potencial pode entender o idioma usado neste produto.
 - 4A: Este produto pode ser usado sem audição.
- Local em que as peças serão disponibilizadas:
 - 4D: Este produto pode ser usado por pessoas que usam dispositivos de auxílio (por exemplo, óculos, aparelhos auditivos, língua de sinais ou animais de serviço).
 - 6A: Este produto pode ser usado confortavelmente (por exemplo, sem movimentos ou posturas desajeitadas).
- Tecnologia usada para implementação:
 - 2C: Este produto facilita (ou não exige) precisão e exatidão do usuário.
 - 5C: Se o usuário cometer um erro com este produto, ele não irá causar danos ou ferir o usuário.

A questão 2A foi considerada a questão chave do questionário. Ela está relacionada à autonomia dos estudantes, objetivo principal desta tese: “Todo usuário em potencial pode encontrar pelo menos uma maneira de usar esse produto com eficiência”. Para esta questão, todas as respostas dos participantes foram positivas. Sendo que um dos especialistas em TI argumentou que é difícil estimar os parâmetros para “eficiência”.

A Tabela 3 mostra as quantidades e as porcentagens de respostas de todos os participantes da avaliação para cada opção de resposta do questionário. As quantidades foram obtidas somando os valores da última linha da Tabela 1 e da Tabela 2.

TABELA 3 - TOTAL DE RESPOSTAS DA AVALIAÇÃO

	Não se aplica	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Neutro	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Total de respostas da avaliação
Total por opção de resposta	10	15	21	17	85	227	375
Porcentagem por opção de resposta ⁶⁹	3%	4%	6%	5%	23%	61%	100%

FONTE: A autora (2019).

A Tabela 4 apresenta as quantidades e porcentagens de resposta por tipo, sendo respostas negativas, neutras e positivas. As “Respostas negativas” foram obtidas somando os valores referentes às opções “Discordo totalmente” e “Discordo parcialmente” da Tabela 3. As “Respostas neutras” foram obtidas somando os valores referentes às opções “Não se aplica” e “Neutro” da Tabela 3. As “Respostas positivas” foram obtidas somando os valores referentes às opções “Concordo parcialmente” e “Concordo totalmente” da Tabela 3.

TABELA 4 - ANÁLISE DAS RESPOSTAS DA AVALIAÇÃO

	Respostas negativas (Discordo totalmente + Discordo parcialmente)	Respostas neutras (Não se aplica + Neutro)	Respostas positivas (Concordo parcialmente + Concordo totalmente)	Total de respostas da avaliação
Total de respostas	36	27	312	375
Porcentagem de respostas ⁷⁰	10%	7%	83%	100%

FONTE: A autora (2019).

A equipe do projeto considerou a porcentagem de respostas positivas da avaliação (83%) muito boa, levando em consideração a abrangência das questões do instrumento de avaliação aplicado, que considera todos os usuários potenciais das tecnologias que serão construídas a partir dos

⁶⁹ Valores arredondados⁷⁰ Valores arredondados

modelos e requisitos propostos. Ademais, todas as respostas à questão central para o projeto, que é a possibilidade de todo usuário potencial encontrar pelo menos uma forma de usar as tecnologias desenvolvidas de acordo com os modelos aqui propostos, foram positivas, sendo uma “Concordo parcialmente” e todas as outras demais respostas foram “Concordo totalmente”.

4.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE OS MODELOS E REQUISITOS DE SISTEMAS EDUCACIONAIS ACESSÍVEIS PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE ANATOMIA

Os modelos e requisitos apresentados neste capítulo foram elaborados com o objetivo de nortear o desenvolvimento de tecnologias educacionais acessíveis para todos. Portanto, o método adotado nesta pesquisa envolveu usuários do contexto de ensino e aprendizagem de Anatomia com característica diversas, e especialistas em TI com experiência em desenvolvimento ou avaliação de tecnologias acessíveis para pessoas com uma ou mais deficiências ou necessidades específicas. Entretanto, como cada usuário tem suas singularidades, vale ressaltar que cada módulo construído a partir dos modelos e requisitos aqui propostos deve ser testado com os usuários para os quais elas visam prover acessibilidade. Portanto, essa recomendação aparece como um requisito da Ferramenta de Autoria Anatome, para apoiar as atividades dos professores⁷¹, e do sistema Anatome, para apoiar as atividades dos estudantes⁷².

As avaliações dos modelos e requisitos aqui propostos, realizada com a participação de usuários do contexto e de especialistas em TI, mostraram limitações da pesquisa que foram incorporadas nos modelos e requisitos. Na FIGURA 30 (página 111) pode-se verificar os requisitos identificados na fase de avaliação. Também ficou evidente a necessidade de treinamento e orientação para os professores na utilização das tecnologias a serem construídas, devido a abrangência e flexibilidade inerentes. Outra consideração relevante é o trabalho do professor para elaborar um mesmo conteúdo em diferentes mídias, usando tecnologias que,

⁷¹ AT.24: Realizar avaliação de usabilidade universal com a participação de usuários alvo a cada módulo implementado para a Ferramenta de Autoria Anatome-AT.

⁷² PR.20: Realizar avaliação de usabilidade universal com a participação dos usuários-alvo a cada módulo implementado.

possivelmente, ele não domina ou não faz parte de suas atividades profissionais rotineiras, como a produção de áudio e de vídeo. No entanto, projetos de pesquisa e desenvolvimento apresentam-se como potenciais facilitadores deste processo. Ademais, tendo as características extensibilidade e reuso, todos podem se beneficiar do compartilhamento dos conteúdos produzidos pelos pares. Uma vez cadastrado um conteúdo, ele pode ser selecionado para outras disciplinas ou compartilhado com outros colegas da área.

Outro ponto que vale discutir é o uso de partes referenciadas, identificado na fase de Design Contextual. Esse uso ocorre com menos frequência nas aulas teóricas, pois as imagens ampliadas são disponibilizadas nos livros ou nos slides do professor. Já nas aulas práticas, o uso de partes referenciadas ocorre com mais frequência, por não ter tantas peças naturais ou sintéticas disponíveis para exploração. Quando a instituição disponibiliza tecnologias que usam peças digitais tridimensionais, geralmente não é necessário o uso de partes referenciadas, pois elas permitem a exploração ampliando as estruturas com cortes em diversos planos e profundidade. O problema dessas tecnologias com peças anatômicas digitais tridimensionais é que os recursos de interação disponíveis nelas, geralmente, requerem reconhecimento visual para sua utilização, não sendo acessíveis a certos tipos de usuários, como os cegos.

Embora a explicação de partes referenciadas seja um processo natural para os professores durante as aulas, eles têm dificuldade de descrever como fazem essa explicação sobre a localização e formato de partes anatômicas que não estão acessíveis na superfície da peça usada como referência de localização. A dificuldade aumenta ainda mais quando se precisa definir uma padronização para entrada da referência de localização de uma parte em relação a outra⁷³. No protótipo da Ferramenta de Autoria Anatome-AT, implementado como prova de conceito dos modelos descritos neste capítulo, foi elaborado um padrão de entrada da localização referenciada, apresentado na FIGURA 41 (página 136). Mas, as avaliações indicam que esta é uma questão a ser melhor estudada e modelada para facilitar a compreensão e uso das tecnologias pelos usuários do contexto.

⁷³ Os detalhes sobre partes referenciadas são apresentados na seção 4.2.1, na qual as partes referenciadas são detalhadas, e na seção 4.2.1, na qual foram usados como exemplo as partes anatômicas referenciadas pela parte Maxila.

A necessidade de uso de partes referenciadas tende a diminuir com o tempo, devido ao avanço e popularização da tecnologia, como os repositórios de peças tridimensionais digitais e a impressoras 3D. Por exemplo, o [Departamento de Patologia - Telemedicina da USP](#)⁷⁴ está produzindo estruturas anatômicas com detalhes realísticos e ampliados a partir de peças digitais tridimensionais do corpo humano. Um benefício desse projeto é a possibilidade de realização de parceria com outras instituições, para ampliação dos seus acervos, o que diminui a necessidade de citar partes não acessíveis por falta de peças na instituição.

4.8. CONTRIBUIÇÕES DESTA TESE

Dentre todas as tecnologias encontradas, descritas na seção 2.2, somente uma permite a personalização do conteúdo pelos professores (BLOSSER, 2012), nenhuma é projetada para permitir a entrada de conteúdos acessíveis às pessoas com diferentes necessidades específicas, e as que apoiam o treinamento não tem recursos de acessibilidade. O QUADRO 11 mostra um comparativo das características dessas tecnologias e dos modelos e requisitos do projeto Anatome. Os modelos e requisitos elaborados durante a execução deste projeto dão base para o desenvolvimento de tecnologias acessíveis às pessoas com diferentes necessidades específicas, com conteúdos personalizáveis pelos professores e que apoiam tanto o estudo quanto o treinamento em Anatomia.

⁷⁴ Detalhes do projeto do [Departamento de Patologia - Telemedicina da USP](#) e contato para parcerias disponível na página: <https://telemedicina.fm.usp.br/portal/impressao-3d/>

QUADRO 11 - COMPARATIVO DAS CARACTERÍSTICAS DOS MODELOS E REQUISITOS ELABORADOS E DAS SOLUÇÕES CORRELATAS.

Solução	Personalizável	Tem proposta de acessibilidade para diversas necessidades específicas	Tipo de aprendizagem que apoia
FlexAR (SAENZ et al., 2015)	Sim	Não	Estudo
Sistema para Visualização 3D das Estruturas Anatômicas musculoesqueléticas (ESCUREDO et al., 2015)	Não	Não	Estudo
Ferramenta que gera peça 3D a partir de imagem (MÉNDEZ et al., 2014)	Não	Não	Estudo
PlayARHuman Anatomy App (MÉNDEZ et al., 2016)	Não	Não	Estudo
Anatmage Table (ANATOMAGE, 2017)	Parcialmente (conteúdo abrangente passível de seleção)	Não	Estudo
A célula ao alcance das mãos (RIBEIRO, 2010)	Não	Sim	Estudo
Peças anatômicas que falam (BLOSSER, 2012)	Sim	Sim	Estudo
Netter Interativo	Parcialmente (conteúdo abrangente passível de seleção)	Não	Estudo e Treinamento
Jogos de Anatomia <i>online</i>	Não	Não	Treinamento
Modelos e requisitos do projeto Anatome	Sim	Sim	Estudo e Treinamento

FONTE: A autora (2019)

5. APOIO AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE PESSOAS CEGAS, COM BAIXA-VISÃO E SEM DEFICIÊNCIA: SISTEMAS PROVA DE CONCEITO

Este capítulo descreve os sistemas prova de conceito que foram implementados a partir dos modelos e requisitos propostos neste trabalho e suas respectivas avaliações por usuários do contexto de Anatomia.

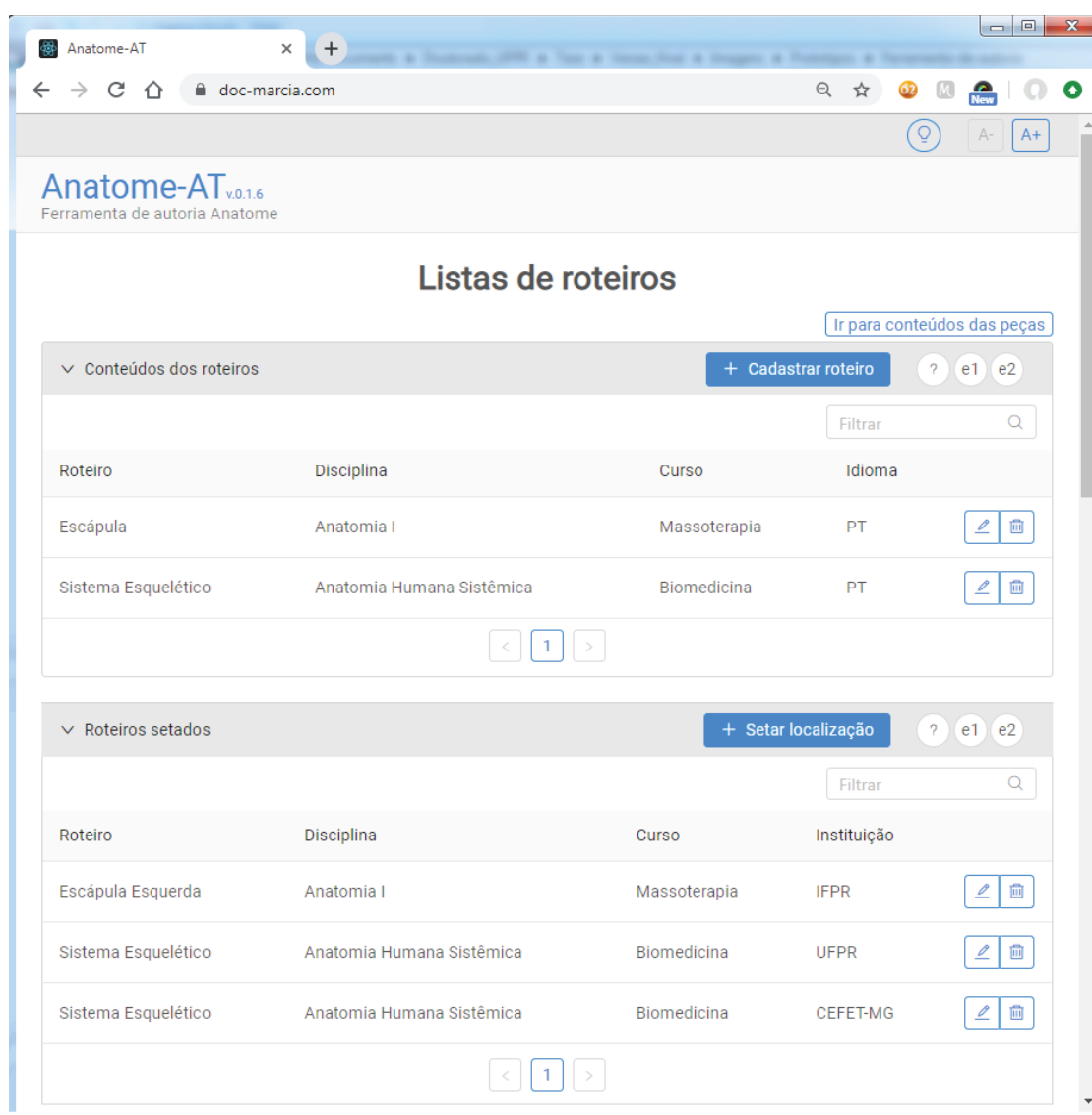
A seção 5.1 descreve o protótipo de Ferramenta de Autoria, *Anatome Authoring Tool (Anatome-AT)*, para apoiar a elaboração dos conteúdos pelos professores. A seção 5.2 descreve o protótipo do Anatome, um aplicativo móvel utilizado juntamente com peças anatômicas sintéticas para apoiar o estudo e treinamento de identificação anatômica por estudantes cegos, com baixa visão ou sem deficiência. A seção 5.3 descreve a avaliação dos protótipos por usuários do contexto de ensino e aprendizagem de Anatomia.

5.1. ANATOME-AT: SUPORTE AO PROFESSOR PARA A PREPARAÇÃO DO CONTEÚDO

Foi implementado um sistema web da Ferramenta de Autoria Anatome-AT para dar suporte à elaboração de Roteiros de aprendizagem Anatome (A-LS) pelos professores. Foi implementado um protótipo do Anatome-AT, portanto, ele não cobre todas as características dos modelos e requisitos propostos no Capítulo 4. Foram implementadas as interações para construção de Roteiros de Aprendizagem Anatome apresentadas na seção 4.3.2.1 (página 79), que abrangem as atividades de *Estudo* e *Treinamento*.

A FIGURA 31 mostra a tela inicial do protótipo do Anatome-AT. A tela inicial apresenta a lista de Roteiros Digitais e a lista de Roteiros da Aprendizagem Anatome. Um Roteiro digital tem o conteúdo a ser abordado em uma unidade de ensino (peças e partes anatômicas a serem aprendidas pelos estudantes, com seus respectivos nomes e conhecimentos teóricos associados). Um Roteiros de Aprendizagem Anatome é um roteiro que teve o nome das partes anatômicas associado ao número posicionado nas partes da peça selecionada como referência de localização. O sistema disponibiliza, na parte superior direita da tela, as ferramentas para aumentar e diminuir o tamanho da fonte, e outra para, no futuro, exibir um vídeo rápido mostrando como interagir com o sistema (ícone “Lâmpada”).

FIGURA 31 - TELA INICIAL DA FERRAMENTA DE AUTORIA ANATOME-AT



FONTE: A autora (2019).

Da FIGURA 32 até a FIGURA 34 são apresentadas as telas do protótipo do Anatome-AT que implementam as atividades para “Criar Roteiro Digital”, representada na FIGURA 16 (a), na página 80.

A FIGURA 32 mostra os campos para inclusão de conhecimentos gerais sobre o Roteiro digital, ou “Generalidades”. Logo abaixo, é possível habilitar a opção “Somente conteúdo prático” para criar um Roteiro digital sem conhecimentos teóricos. Quando essa opção é selecionada, os campos apresentados na FIGURA 34 são desabilitados.

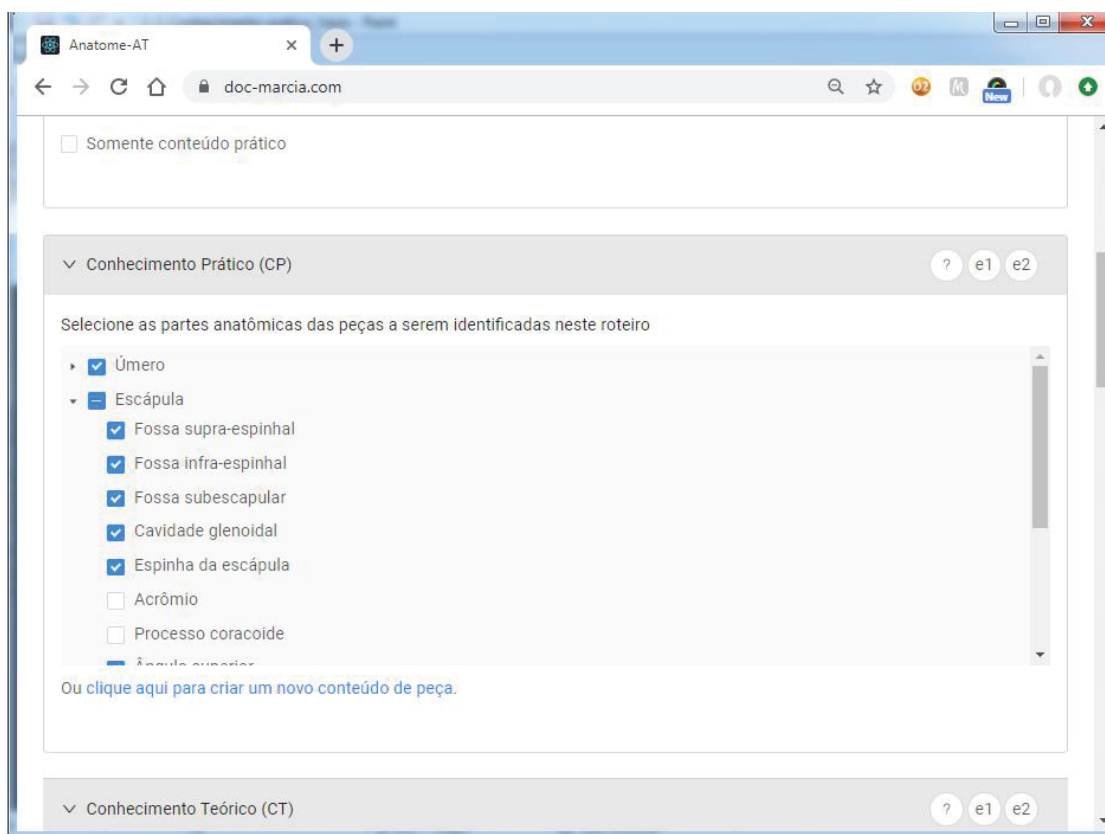
FIGURA 32 - INSERIR CONHECIMENTOS DO ROTEIRO DIGITAL

The screenshot displays the 'Anatome-AT v0.1.6' web application interface. The main heading is 'Cadastro de conteúdo do roteiro'. Below this, there is a section titled 'Informações gerais do roteiro' which includes four input fields: 'Idioma' (set to PT), 'Nome do roteiro' (Sistema Esquelético), 'Curso' (Biomedicina), and 'Disciplina' (Anatomia Humana Sis). Below these fields is a section for 'Generalidades do roteiro' containing a text area with the sentence 'O Sistema Esquelético é formado pelo Sistema Ósseo e Sistema Articular'. To the right of the text area are icons for editing and deleting. A '+ Adicionar' button is located below the text area. At the bottom left, there is a checkbox labeled 'Somente conteúdo prático' which is currently unchecked. A 'Voltar para página inicial' button is located in the top right corner of the form area.

FONTE: A autora (2019).

No passo de seleção das peças que vão compor o Roteiro digital e das partes anatômicas a serem identificadas em cada uma delas, pode-se incluir somente as partes que precisam ser estudadas, que podem variar de curso para curso. Como pode ser visto na FIGURA 33, algumas partes da Escápula não foram incluídas nesse Roteiro digital. Similarmente, pode-se selecionar somente os conteúdos teóricos a serem abordados, como pode ser visto na FIGURA 34. Assim, é possível reaproveitar os conhecimentos teóricos já incluídos anteriormente para criar roteiros para diferentes cursos.

FIGURA 33 - SELECIONAR PEÇAS (CONTEÚDO DIGITAL) E SELECIONAR NOME DAS PARTES ANATÔMICAS



FONTE: A autora (2019).

Quando se deseja incluir em um Roteiro digital conhecimentos sobre uma peça que ainda não está cadastrada no sistema, pode-se cadastrar essa peça a partir do link “*clique aqui para criar um novo conteúdo de peça*”, disponível abaixo da lista de peças presente na FIGURA 33.

FIGURA 34 - SELECIONAR CONHECIMENTOS TEÓRICOS ASSOCIADOS ÀS PARTES

Conhecimento Teórico (CT) ? e1 e2

Filtrar conteúdo

Selecione os Conhecimentos Teóricos abordados no roteiro

Conhecimento teórico	Partes	Mídias
<input checked="" type="checkbox"/> Osso ímpar, classificado como laminar e pneumático, tem um aspecto arredondado, localizado na região anterosuperior do crânio.	Frontal	Nenhuma
<input type="checkbox"/> Delimitado pela sutura coronal, pelo arco superciliar, onde temos a sobrancelha, e pela região acima do nariz, formando a fronte, o teto da órbita ocular e a maior parte da fossa craniana anterior.	Frontal	Nenhuma
<input checked="" type="checkbox"/> Formam a calota craniana. É um dos ossos que formam a calota craniana.	Frontal Parietal (2) Occipital Temporal (2)	Nenhuma
<input type="checkbox"/> Formam a caixa craniana. É um dos ossos que formam a caixa craniana.	Frontal Parietal (2) Occipital Temporal (2) Esfenoide Etmoide	Nenhuma
<input checked="" type="checkbox"/> Osso par, laminar, localizado nas laterais superiores do crânio.	Parietal (2)	Nenhuma
<input checked="" type="checkbox"/> É retangular, curvo e achatado e que ocupam a parte lateral e superior da calota craniana, formando a maior parte desta. Localizado posteriormente ao osso frontal. superiormente ao	Parietal (2)	Nenhuma

FONTE: A autora (2019).

Os passos necessários para o cadastro da nova peça são apresentados da FIGURA 35 até a FIGURA 37. Estas atividades para “Criar/Editar conteúdo digital de peça genérica” foram representadas na FIGURA 16 (b), página 80, detalhadas na seção 4.3.2.1. A FIGURA 35 apresenta os campos para inclusão das Generalidades sobre a peça anatômica.

FIGURA 35 - INSERIR CONHECIMENTOS DA PEÇA GENÉRICA

Anatome-AT

doc-marcia.com

Novo conteúdo da peça

Conteúdo da peça

Nome da peça: Crânio

Região: Cabeça

Sistema: Sistema esquelético (Sistema óss...)

Informe as generalidades do conteúdo da peça

Composto por 22 ossos, sendo os ossos pares localiza...

É subdividido em

+ Adicionar

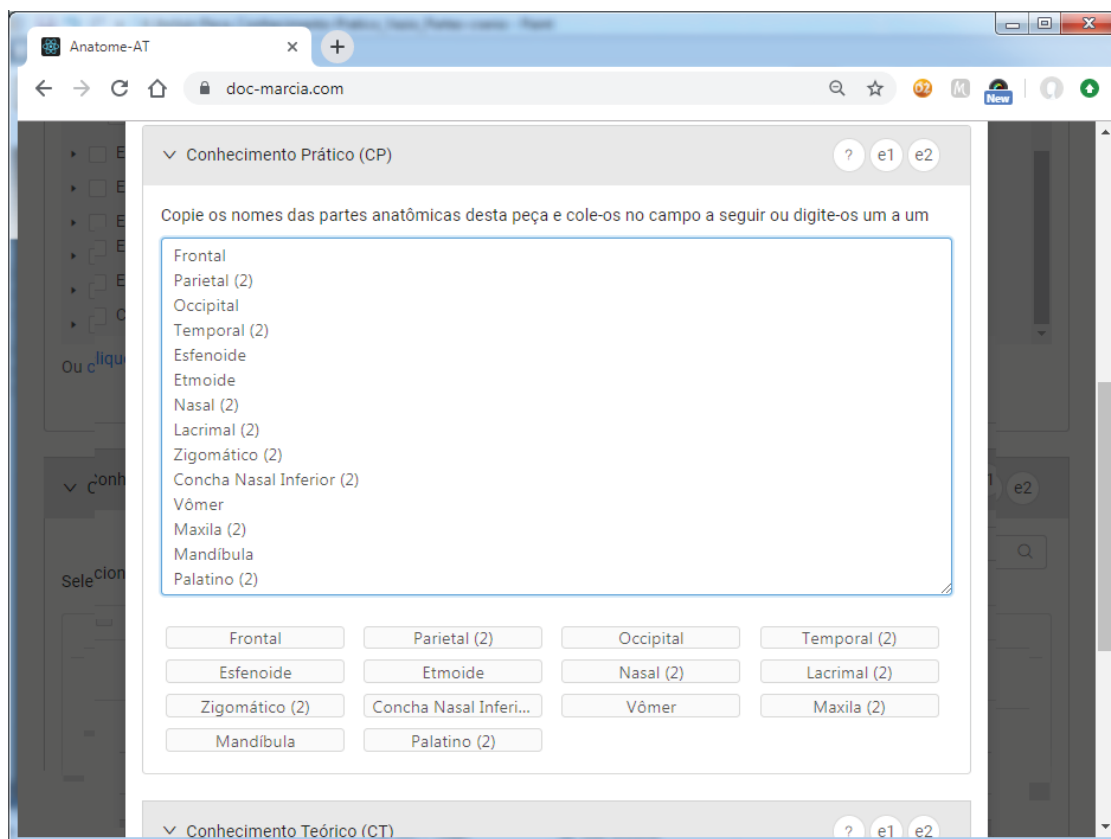
Somente conteúdo prático

Conhecimento Prático (CP)

FONTE: A autora (2019).

Na FIGURA 36 é apresentado o campo de texto para a inclusão dos nomes das partes anatômicas a serem identificadas na peça que está sendo criada. É possível digitar cada nome em uma linha ou copiá-los do roteiro do professor (de um documento de texto, por exemplo), o que agiliza bastante a inclusão dos nomes. A lista de partes anatômicas é apresentada após o campo de texto.

FIGURA 36 - INCLUIR NOME DAS PARTES ANATÔMICAS

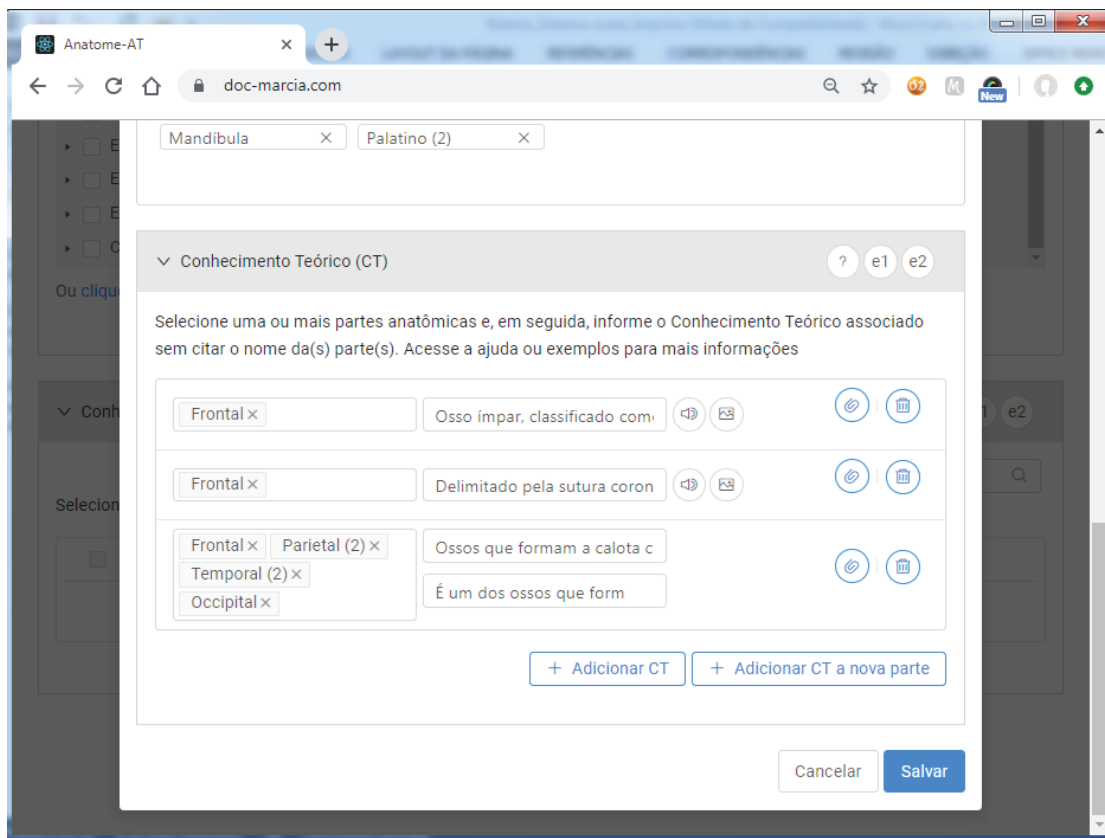


FONTE: A autora (2019).

Na FIGURA 37 são associados os conhecimentos teóricos a cada parte anatômica, sendo possível associar um conhecimento teórico a mais de um conceito. Esse caso, é necessário incluir uma sentença no plural {*Ossos que formam a calota craniana*}, usada indicando as várias partes, como na interação do protótipo do Anatome representada na FIGURA 50 (página 146); e outra no singular {*É um dos ossos que formam a calota craniana*}, usada para indicar uma única parte anatômica, como na interação do protótipo do Anatome representada na FIGURA 48 (página 143). Repare que cada conhecimento incluído pode ser carregado em diferentes meios: textual (campo de texto) ou carregando mídias (áudio, vídeo e imagem) por meio do ícone “Clipe” apresentado logo após o campo de texto. No exemplo da

FIGURA 37, os ícones apresentados logo após o campo de texto indicam que os conhecimentos teóricos associados às partes anatômicas estão também disponíveis em áudio e imagem.

FIGURA 37 - INCLUIR CONHECIMENTOS TEÓRICOS ASSOCIADOS ÀS PARTES



FONTE: A autora (2019).

Da FIGURA 38 até a FIGURA 40 (página 135) são apresentadas as telas do protótipo do Anatome-AT que implementam as atividades para “Mapear Nome-Localização”, representada na FIGURA 17, página 83, da seção 4.3.2.1. Não foi implementada a atividade “*Configurar interação e atividades de aprendizagem*” no protótipo Anatome-AT, sendo assim, os conteúdos cadastrados são apresentados aos alunos por meio de todas as mídias que o professor carregar.

A FIGURA 38 mostra os campos para inclusão de conhecimentos sobre o Roteiro de Aprendizagem Anatome, ou sua “Generalidades”.

FIGURA 38 - SELECIONAR ROTEIRO DIGITAL E INSERIR CONHECIMENTOS DO ROTEIRO DE APRENDIZAGEM ANATOME

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'doc-marcia.com'. The page title is 'Anatome-AT v0.1.6' and the subtitle is 'Ferramenta de autoria Anatome'. The main heading is 'Cadastro de roteiro setado'. A button 'Voltar para página inicial' is located in the top right corner. Below the heading, there is a section titled 'Informações gerais do roteiro setado' with a dropdown menu for 'Selecione o conteúdo de um roteiro' (currently showing 'Sistema Esquelético'), a text input for 'Nome da Anatome-AT' (containing 'Sistema Esquelético'), and a text input for 'Instituição' (containing 'UFPR'). Below this, there is a section titled 'Informe as generalidades do roteiro setado' with a text input for 'Ordem de peças sugerida para estudo: Crânios, Escápula, Úmero.' and a button '+ Adicionar'. At the bottom, there is a section titled 'Inclusão das informações das peças anatômicas físicas'.

FONTE: A autora (2019).

Na FIGURA 39 são apresentados os campos para a inclusão do “Nome da peça física” que será usada para referência de localização; seleção “Conteúdo da peça correspondente”, da qual serão associados os nomes das partes a serem identificadas, e a “Descrição da peça física”.

FIGURA 39 - SELECIONAR PEÇAS PARA REFERÊNCIA DE LOCALIZAÇÃO

Inclusão das informações das peças anatômicas físicas

Inclua as informações sobre as peças físicas que terão os elementos anatômicos etiquetados e serão disponibilizadas aos estudantes para aprenderem o conteúdo deste roteiro usando o APP Anatome

Nome da peça física	Conteúdo da peça correspondente	Descrição da peça física
Crânio adulto	Crânio	Crânio natural de um adulto.
Crânio com corte sagital	Crânio	Crânio sintético desmontável com corte s
Escápula	Escápula	Escápula sintética esquerda
Úmero	Conteúdo da peça corresp...^	

Úmero
Escápula
Crânio

+ Peça física

Associação entre o nome e a localização da parte na peça

Associe ao nome de cada parte anatômica o número da seta (ou etiqueta) que indica a sua localização na peça física

Nome da parte anatômica	Número da seta (ou etiqueta)	Localização
Frontal		

FONTE: A autora (2019).

Na FIGURA 40 deve-se associar o nome de cada parte anatômica ao número correspondente ao seu identificador de localização na peça que será usada como referência para localização. No caso, o identificador será etiquetas numeradas em tinta, NFC e braille, melhor descrito na seção 5.2.

FIGURA 40 - ASSOCIAR NOME <-> LOCALIZAÇÃO DAS PARTES ANATÔMICAS

The screenshot shows a web browser window titled 'Anatome-AT' with the URL 'doc-marcia.com'. The main heading is 'Associação entre o nome e a localização da parte na peça'. Below this, a sub-heading reads: 'Associe ao nome de cada parte anatômica o número da seta (ou etiqueta) que indica a sua localização na peça física'.

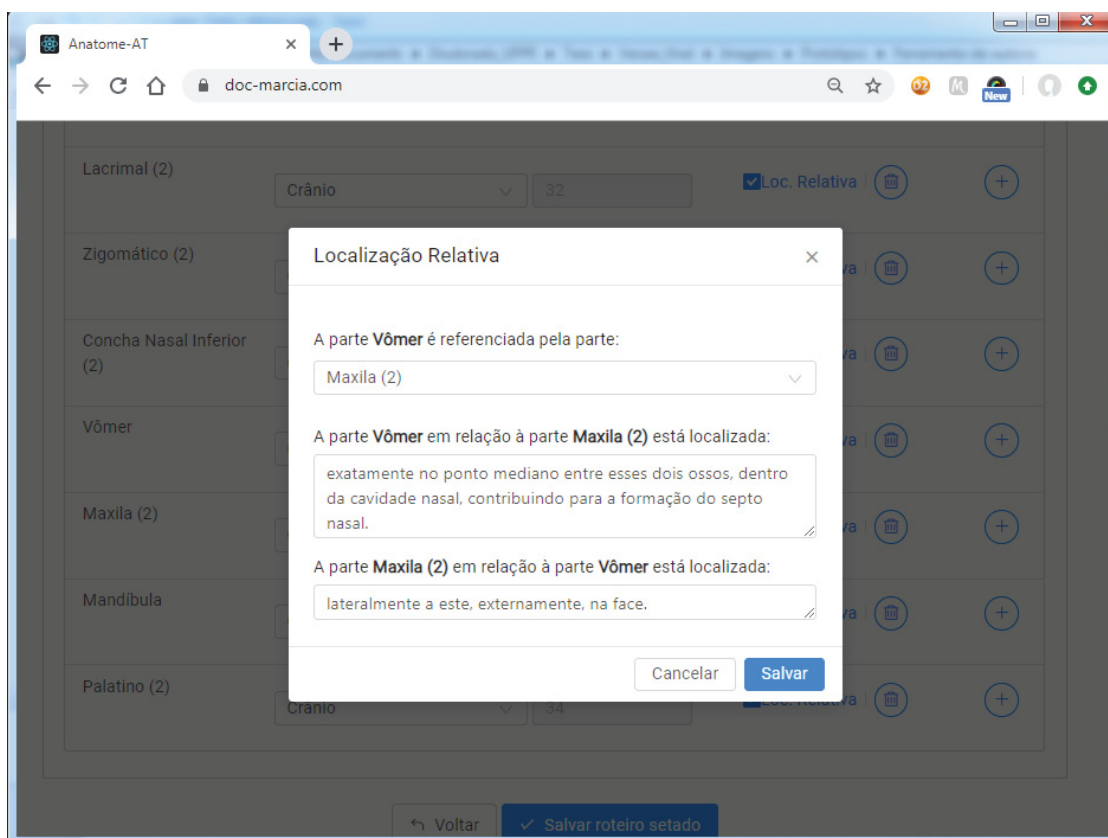
The interface displays a table with the following structure:

Parte Anatômica	Localização (Número)	Loc. Relativa	Ações
Frontal	Crânio adulto 26	<input type="checkbox"/>	[Lixo] [Adicionar]
Parietal (2)	Crânio adulto 27	<input type="checkbox"/>	[Lixo] [Adicionar]
Occipital	Crânio adulto 28	<input type="checkbox"/>	[Lixo] [Adicionar]
Temporal (2)	Crânio adulto 29	<input type="checkbox"/>	[Lixo] [Adicionar]
	Crânio com corte transversal 29	<input type="checkbox"/>	
Esfenoide	Crânio adulto 30	<input type="checkbox"/>	[Lixo] [Adicionar]
	Crânio com corte transversal 30	<input type="checkbox"/>	

FONTE: A autora (2019).

Para mapear Partes referenciadas (detalhada na seção 4.2.1, página 70), é necessário habilitar a opção “Loc. Relativa” correspondente à parte anatômica, mostrada na FIGURA 40, que irá disparar a tela apresentada na FIGURA 41. Assim, será possível entrar com a informação sobre a localização relativa da parte anatômica referenciada em relação à parte anatômica que a referencia e vice-versa. No exemplo, a parte Vômer é referenciada pela parte Maxila. A FIGURA 49, na página 145, mostra a forma que a localização relativa é apresentada ao estudante, ao usar o protótipo do sistema Anatome.

FIGURA 41 - INSERIR INFORMAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO REFERENCIADA



FONTE: A autora (2019).

Após setar todas as partes anatômicas selecionadas no roteiro, o Roteiro de Aprendizagem Anatome é disponibilizado para aprendizagem por meio do Anatome, apresentado na FIGURA 42.

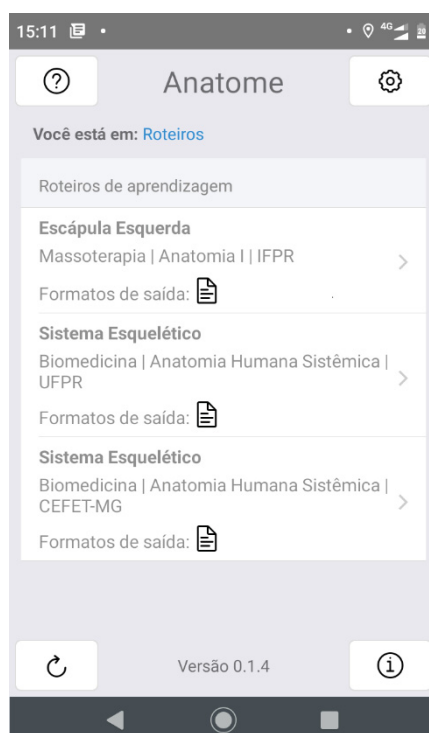
5.2. ANATOME + PEÇAS ANATÔMICAS FÍSICAS: SUPORTE À APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES CEGOS, COM BAIXA VISÃO E SEM DEFICIÊNCIA

Foi implementada uma aplicação móvel para dar suporte ao estudo e ao treinamento de Anatomia por pessoas cegas, pessoas com baixa visão e pessoas sem deficiência. O protótipo do Anatome foi desenvolvido para ser utilizado juntamente com peças anatômicas físicas, que podem ser manipuladas pelo tato, com as partes a serem identificadas setadas com etiquetas NFC numeradas também em tinta e em braille. As etiquetas NFC foram adesivadas nas partes anatômicas a serem identificadas nas peças. Foi escrito em tinta, em cada etiqueta, o mesmo número gravado em NFC. Também foi adesivada uma etiqueta em braille transparente acima das etiquetas NFC, com o mesmo número NFC e em tinta.

Foram implementadas as interações das atividades de Estudo e Treinamento de acordo com o Modelo de interação apresentado na seção 4.3.2.2 (página 85), pois sendo um protótipo, ele não cobre todas as características dos modelos e requisitos propostos no Capítulo 4. Esta seção apresenta exemplos da interação do protótipo sem a preocupação de descrever toda a implementação detalhadamente. O objetivo foi apresentar exemplos significativos para facilitar a compreensão de desenvolvedores e professores de Anatomia de como as interações modeladas podem ser instanciadas para implementações reais que apoiem a aprendizagem de Anatomia.

A FIGURA 42 mostra a tela inicial protótipo do Anatome. Nessa tela estão disponíveis os Roteiros de Aprendizagem Anatome cadastradas pelos professores. Também são disponibilizados os ícones que dão acesso à *Ajuda* (parte superior esquerda da janela); às *Configurações* (parte superior direita da janela); às *Informações adicionais* (parte inferior direita da janela). Quando selecionada uma destas opções, o sistema redireciona para a tela correspondente. A opção *Ajuda* ainda não tem conteúdo. A opção “*Repetir*” (parte inferior esquerda da janela), que repete a informação falada quando o leitor de tela está ativado, ainda não está implementada.

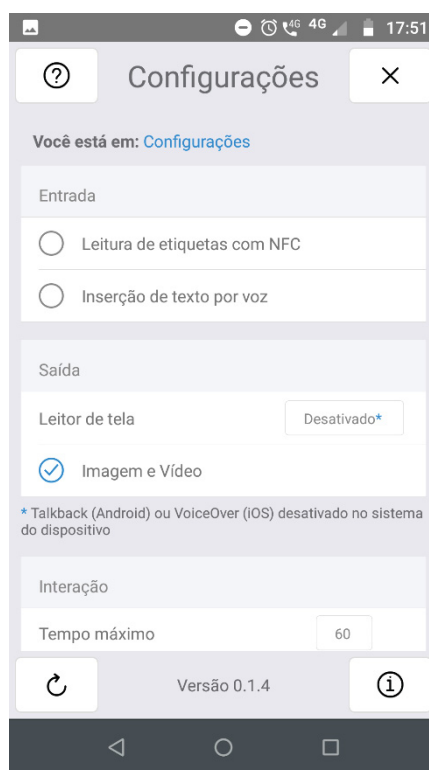
FIGURA 42 - TELA INICIAL DO ANATOME: SELEÇÃO DE ROTEIRO DE APRENDIZAGEM ANATOME



FONTE: A autora (2019).

As configurações disponibilizadas no protótipo são apresentadas na FIGURA 43. A entrada de dados pode ocorrer por “Leitura de etiquetas com NFC”, por meio de voz, ou por digitação de texto pelo teclado padrão do *smartphone*, quando nenhuma das duas opções de entrada disponíveis na configuração estão habilitadas. A saída de dados pode ocorrer por leitura dos textos, quando o Leitor de telas está habilitado; por imagem ou por vídeo (mas ainda não está funcional, foi disponibilizado na tela para exemplo, e deverão estar em opções separadas quando implementadas); e por apresentação textual quando nenhuma das opções de saída da tela de configurações está habilitada. A configuração de tempo máximo para responder as solicitações do sistema nas atividades de Treinamento não foi implementada, e está fixa no tempo de 60 segundos.

FIGURA 43 - CONFIGURAÇÕES DO ANATOME

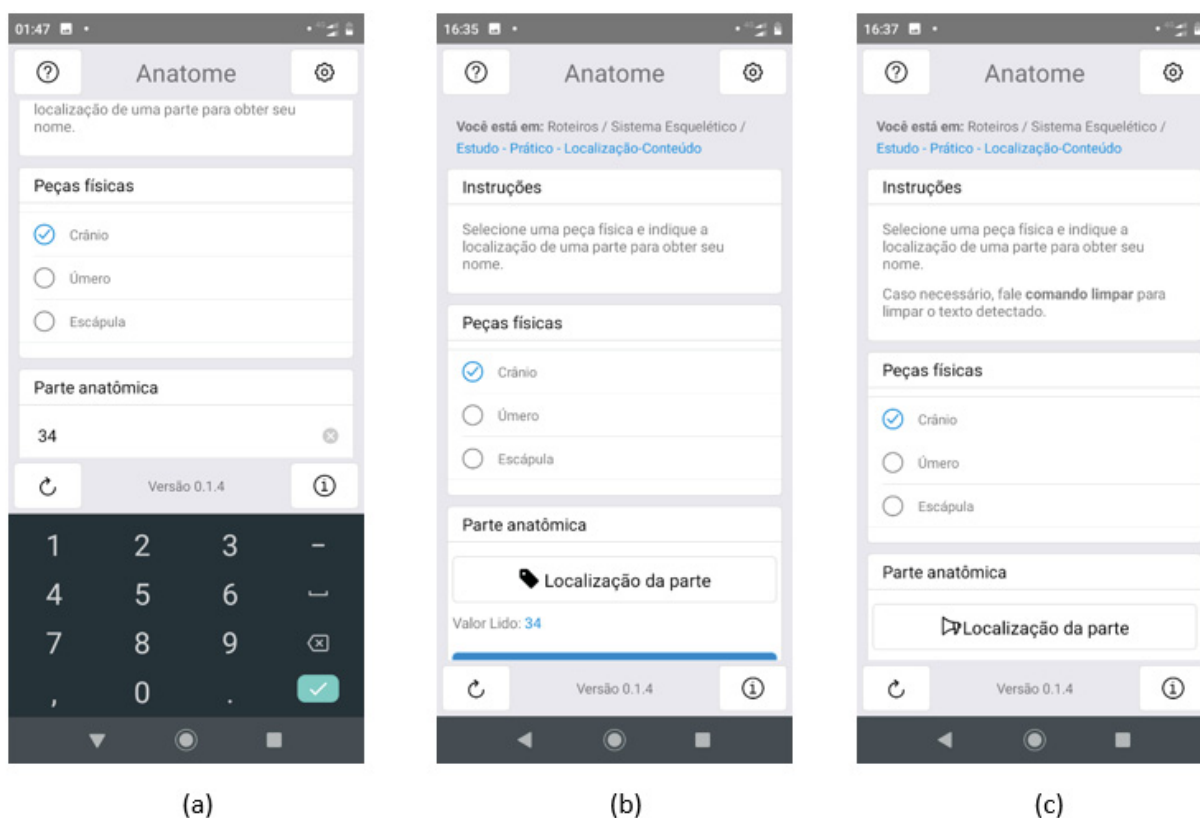


FONTE: A autora (2019).

A FIGURA 44 mostra a interface do protótipo do Anatome de acordo com o tipo de entrada selecionada na tela de Configurações. A FIGURA 44 (a) mostra a interface com entrada de dados por digitação de texto pelo teclado padrão do *smartphone*, em que basta o estudante habilitar o campo de texto que o teclado é exibido para uso. A FIGURA 44 (b) mostra a interface com entrada por “Leitura de

etiquetas com NFC”, na qual o estudante mantém pressionado o botão “Localização da parte” e aproxima o smartphone da etiqueta NFC usada para indicar a localização da parte anatômica na peça física. A FIGURA 44 (c) mostra a interface com entrada de dados por meio de voz, na qual o estudante mantém pressionado o botão “Localização da parte” e fala o número da etiqueta, o nome das partes anatômicas e os respectivos conhecimentos teóricos.

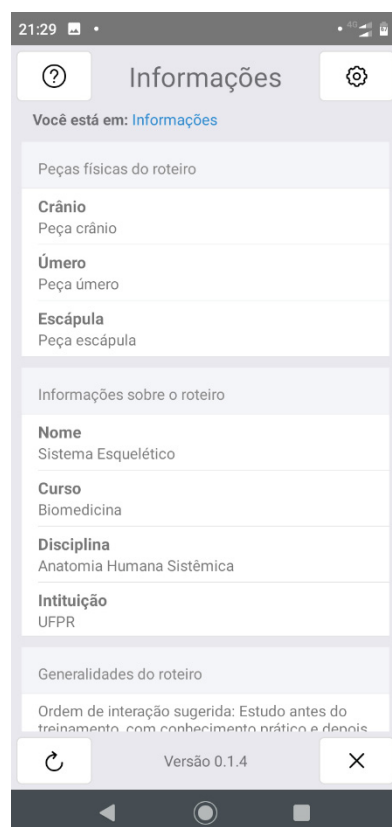
FIGURA 44 - INTERFACE DE ACORDO COM O TIPO DE ENTRADA HABILITADA NAS CONFIGURAÇÕES



FONTE: A autora (2019).

A tela Informações adicionais, apresentada na FIGURA 45, possui conteúdo que eventualmente é consultado pelo estudante, como a lista de peças usadas como referência de localização, as informações do roteiro, além da lista de siglas utilizadas na Anatomia.

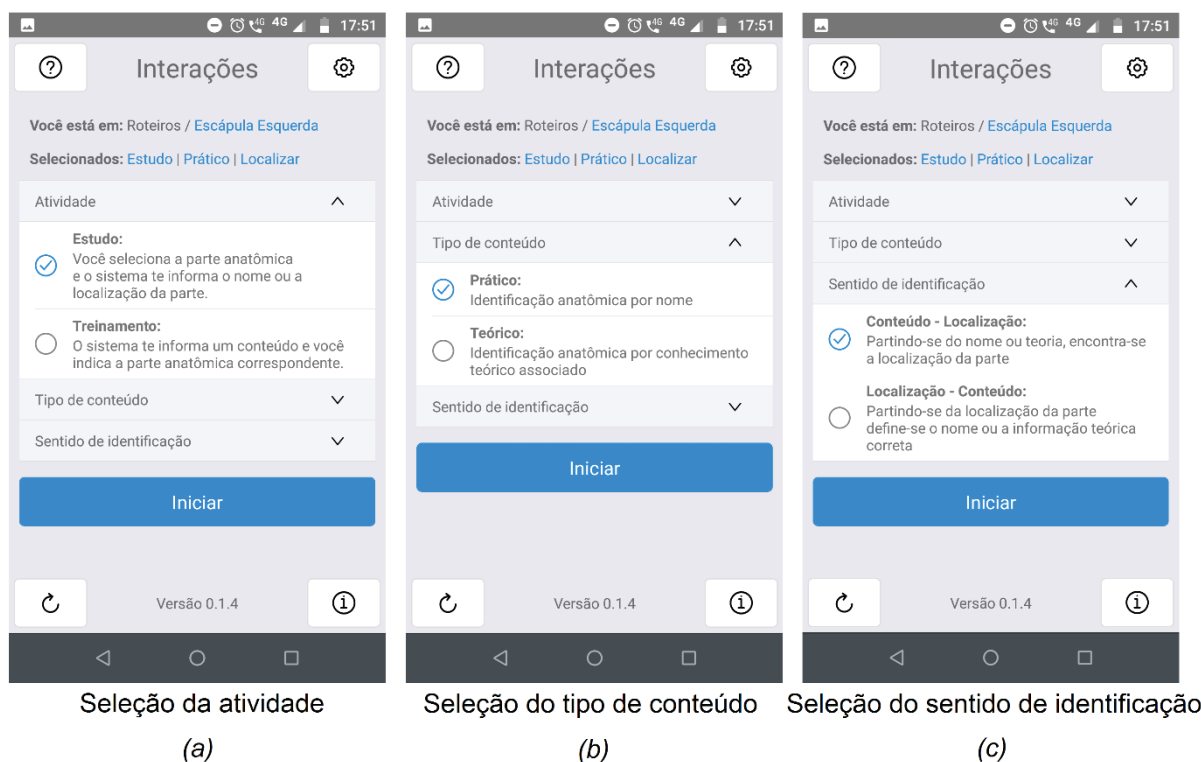
FIGURA 45 - INFORMAÇÕES ADICIONAIS



FONTE: A autora (2019).

Após a seleção do roteiro (FIGURA 42, página 137), o estudante seleciona a interação para aprender o conteúdo do roteiro. O estudante pode escolher a atividade: Estudo ou Treinamento (FIGURA 46 (a)); o conteúdo que deseja utilizar no momento: Prático ou Teórico (FIGURA 46 (b)); e o sentido da identificação anatômica: Conteúdo -> Localização ou Localização -> conteúdo (FIGURA 46 (c)).

FIGURA 46 - SELEÇÃO DO TIPO DE INTERAÇÃO NO ANATOME



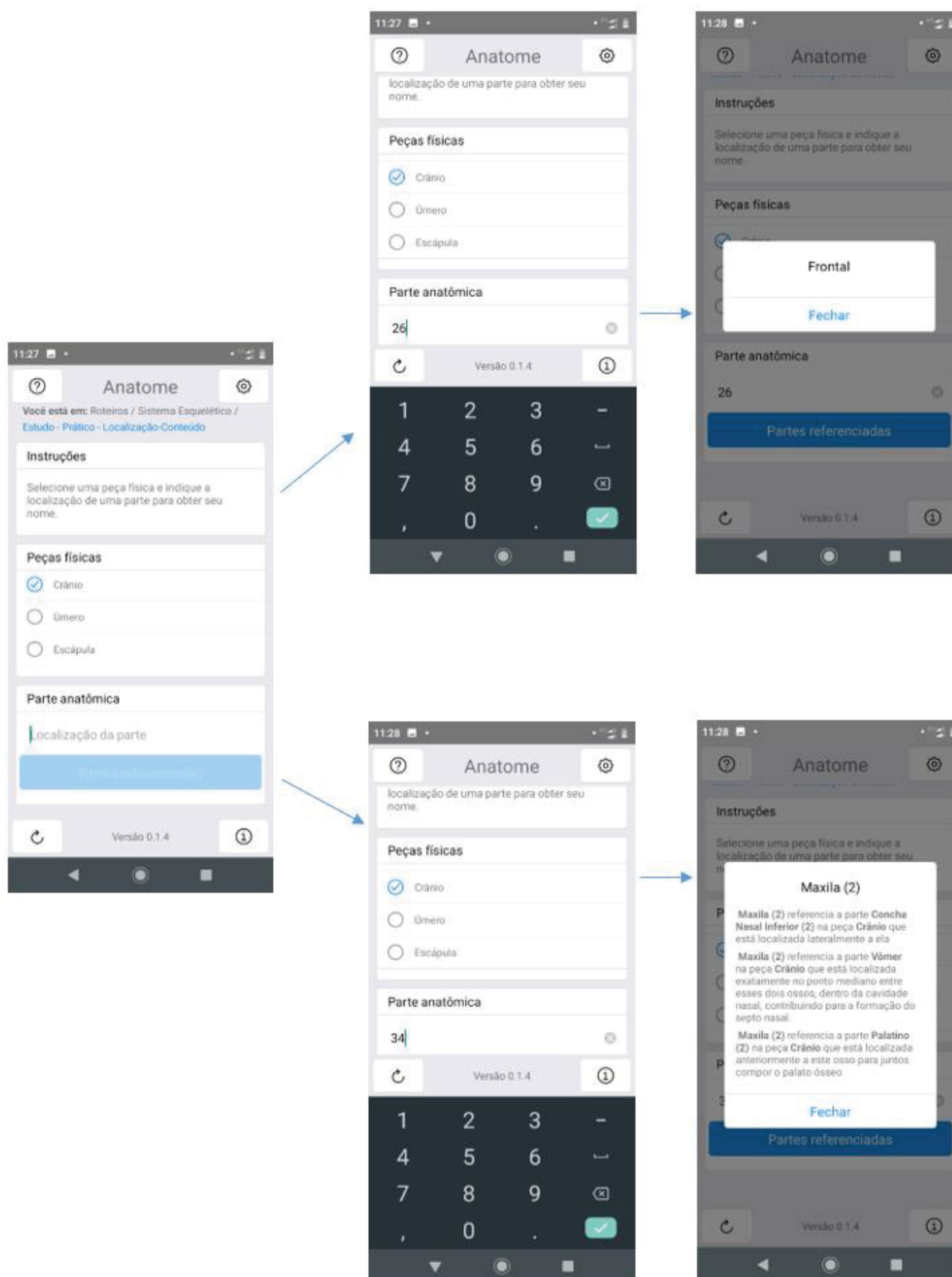
FONTE: A autora (2019).

A combinação destas opções resulta em 8 interações diferentes disponíveis para apoiar a aprendizagem do estudante, tal como modelagem descrita na seção 4.3.2.2 (página 85). Após selecionar as opções, o estudante inicia a aprendizagem com a interação selecionada.

5.2.1. Atividades de Estudo

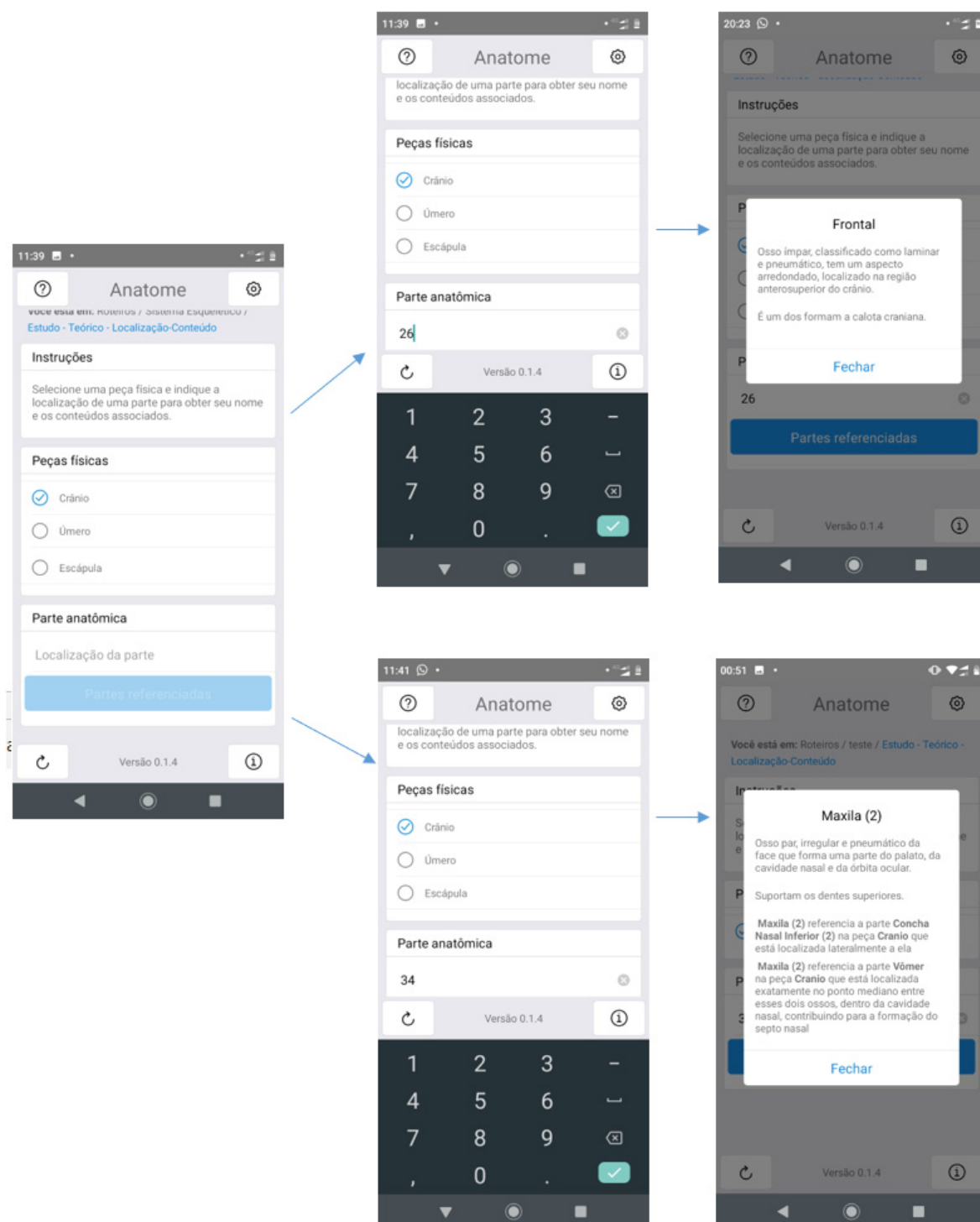
A FIGURA 47 e a FIGURA 48 mostram a implementação da interação descrita na atividade *Estudo* no sentido *Localização-Conteúdo* representado na FIGURA 19. A partir do número do identificador da parte na peça física, o sistema apresenta o conteúdo da parte anatômica correspondente. O que diferencia a interação representada nas FIGURA 48 e FIGURA 47 é o tipo de conhecimento usado: na interação da FIGURA 48, além do nome da parte anatômica, são apresentados também os conhecimentos teóricos associados à peça. Quando a parte anatômica indicada {34} referencia outras partes {Maxila que referencia Concha Nasal Inferior, Vômer e Palatino}, elas são listadas logo após o conteúdo juntamente com a localização relativa {nome da parte na FIGURA 47, e nome da parte e conhecimento teórico na FIGURA 48}.

FIGURA 47 - ESTUDO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO – CONTEÚDO



FONTE: A autora (2019).

FIGURA 48 - ESTUDO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO – CONTEÚDO



FONTE: A autora (2019).

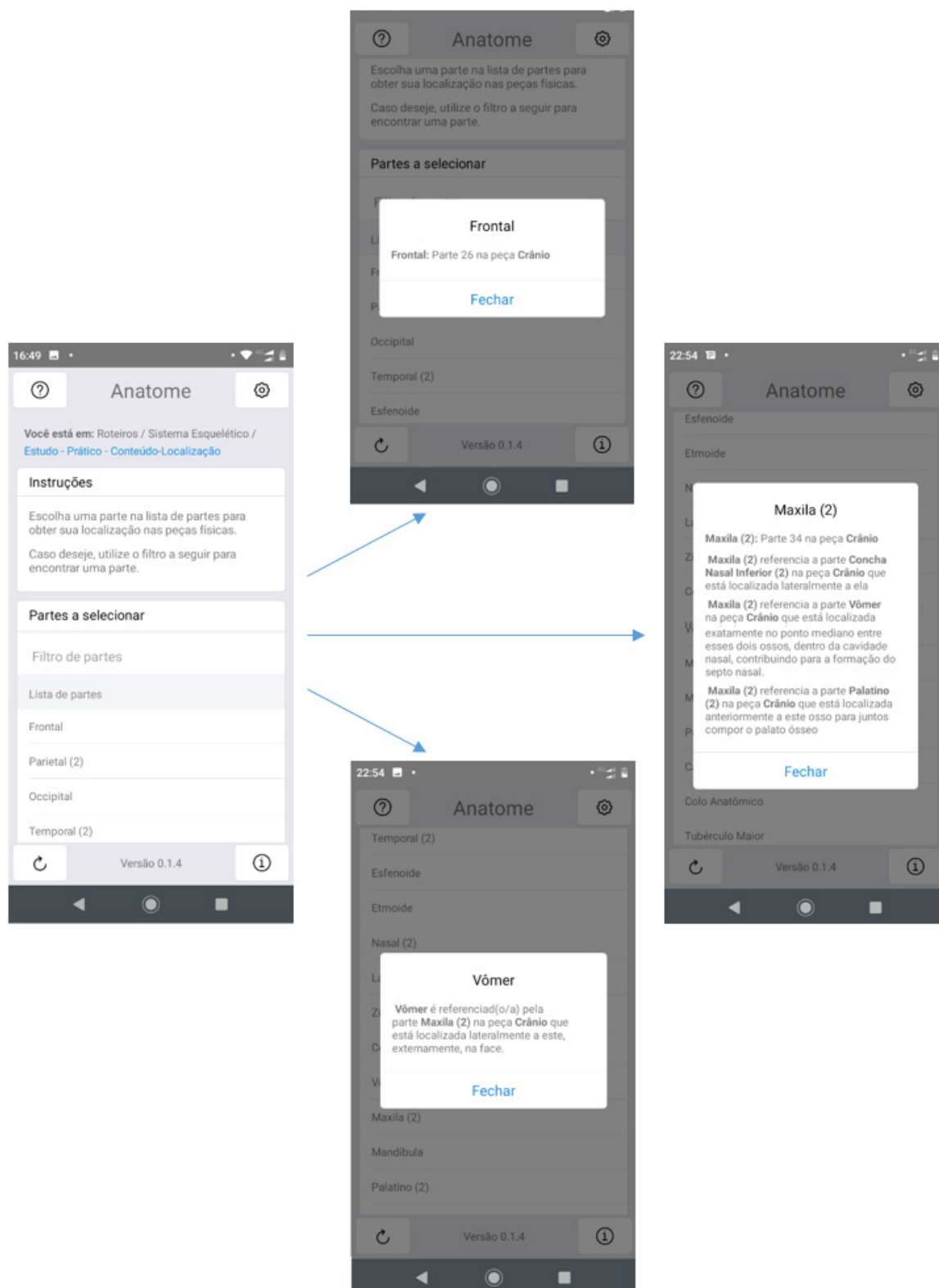
A FIGURA 49 e a FIGURA 50 mostram a implementação da interação descrita na atividade *Estudo* no sentido *Conteúdo-Localização* representado na FIGURA 20, na página 89. A partir da seleção do conteúdo (nome ou conhecimento teórico) pelo

estudante, o sistema apresenta o número do identificador daquela parte anatômica na peça física. O que diferencia a interação representada na FIGURA 49 da FIGURA 50 é o tipo de conhecimento usado, apresentado na tela mais à esquerda: na interação da FIGURA 49 são apresentados os nomes das partes anatômicas {Frontal, Parietal, Occipital, Temporal} e a FIGURA 50 são apresentados os conhecimentos teóricos. Quando a parte anatômica indicada {Parte 34} referencia outras partes {Maxila que referencia Concha Nasal Inferior, Vômer e Palatino}, elas são listadas logo após o conteúdo juntamente com a localização relativa {nome da parte na FIGURA 49, e nome da parte e conhecimento teórico na FIGURA 50}.

Na FIGURA 49 são apresentados três exemplos, sendo o segundo uma parte que referencia outras {Maxila}; e o terceiro uma parte referenciada {Vômer}, que indica o identificador da parte que a referencia.

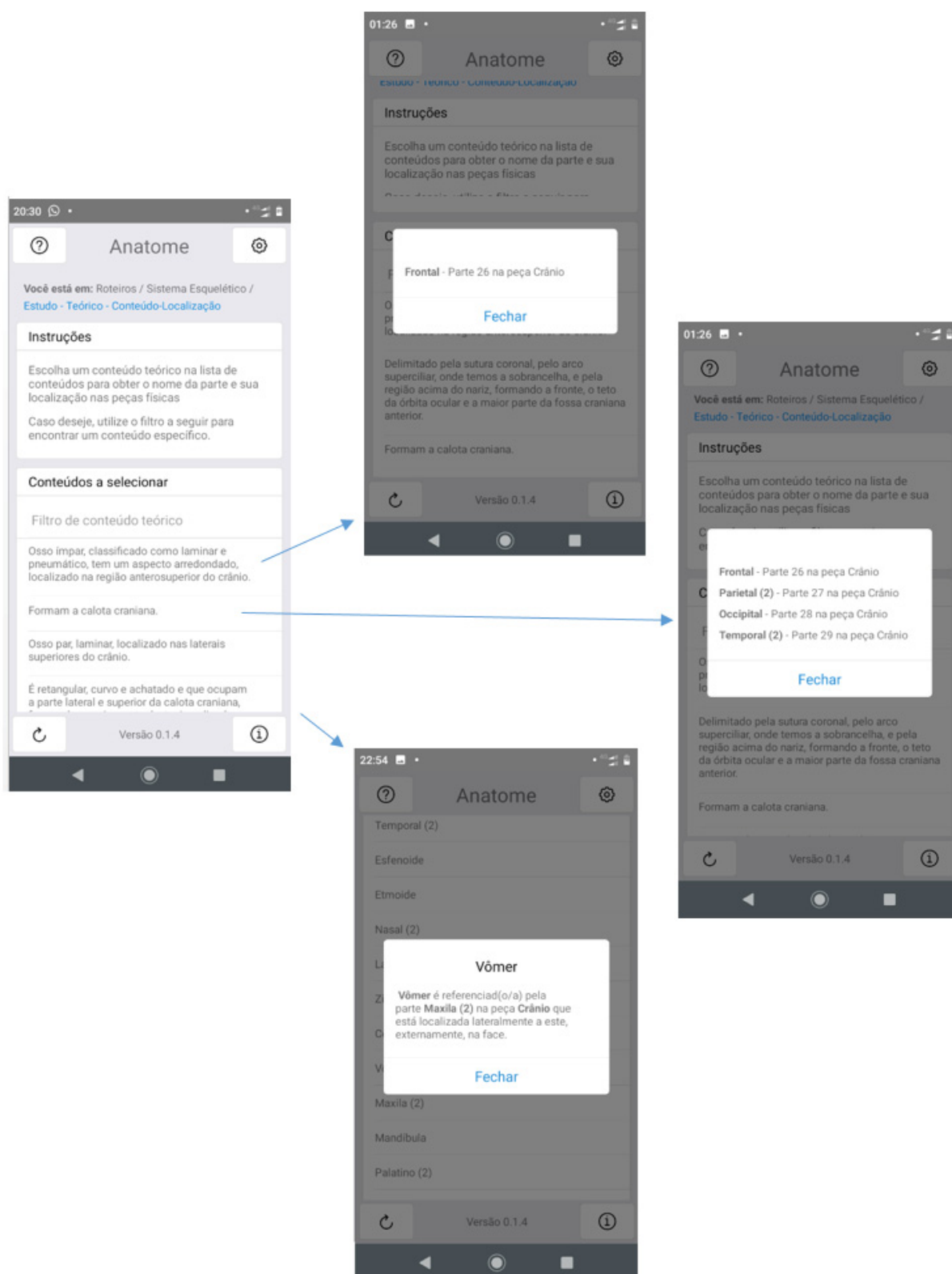
Na FIGURA 50 são apresentados 3 exemplos, sendo o segundo conhecimento teórico {Formam a calota craniana} associado a várias partes {Frontal, Parietal (2), Occipital, Temporal (2)} e o terceiro {Osso *ímpar, laminar, localizado acima da região da boca e abaixo...*} associado a uma parte referenciada {Vômer}, indicando a localização relativa da parte que a referencia {Maxila}. Para melhorar a indicação da localização do terceiro exemplo, deve-se ainda incluir o número do identificador da parte que referencia {34}, mas isso não chegou a ser feito no protótipo antes da avaliação com os usuários.

FIGURA 49 - ESTUDO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO CONTEÚDO -> LOCALIZAÇÃO



FONTE: A autora (2019).

FIGURA 50 - ESTUDO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO CONTEÚDO -> LOCALIZAÇÃO



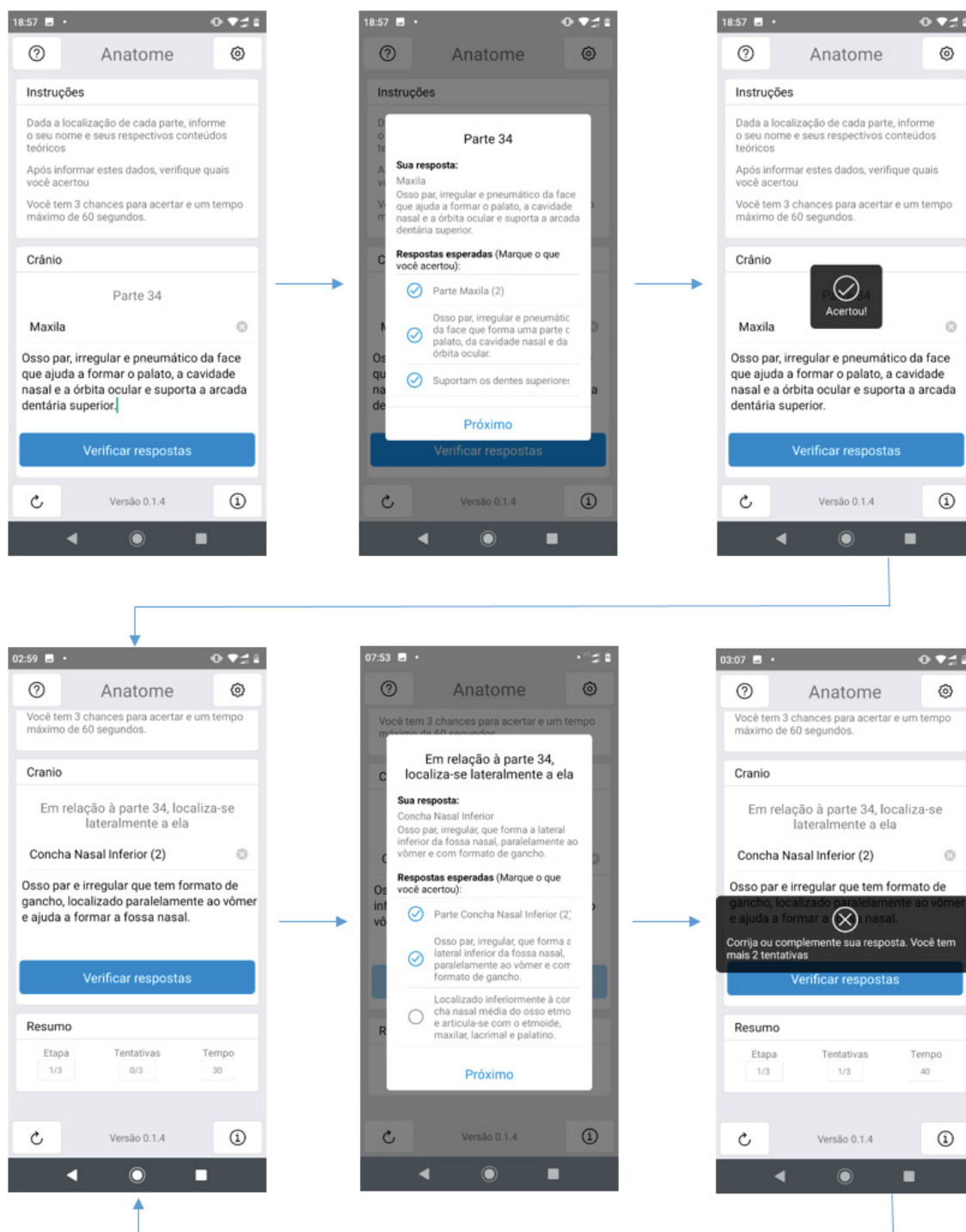
FONTE: A autora (2019).

5.2.2. Atividades de Treinamento

As atividades de Treinamento têm quantidade de tentativas e tempo limitados, sendo sempre verificados pelo sistema e apresentados ao estudante de forma atualizada durante a interação. Também é apresentado ao estudante quantas atividades já foram realizadas em relação ao total. Nas telas utilizadas como exemplo, nem sempre o número de tentativas, erros e acertos estarão coerentes, pois as telas foram selecionadas para abranger exemplos significativos, para facilitar a compreensão de como foi implementada a interação de diferentes conteúdos, e nem sempre ocorrem no aplicativo na mesma sequência apresentada aqui. O foco na maioria dos exemplos citados é a localização física da parte anatômica na peça, seu nome (conhecimento prático) e conhecimentos teóricos, sem exemplificar limitação de tempo e de tentativas.

A FIGURA 51 mostra um exemplo da implementação da interação descrita na atividade *Treinamento* no sentido *Localização-Conteúdo* representado na FIGURA 21, na página 91. A partir do número do identificador da parte na peça física {*Parte 34*}, o sistema solicita a entrada do Nome da parte anatômica e dos Conhecimentos teóricos correspondentes. O estudante entra com as respostas {*Maxila; Osso par, irregular e pneumático da face que ajuda a formar o palato, a cavidade nasal e a órbita ocular e suporta a arcada dentária superior*}, o sistema apresenta as respostas esperadas para o estudante comparar com a sua e marcar as que acertou. A parte inferior da FIGURA 51 mostra um exemplo de parte referenciada {*Concha Nasal Inferior*}: o sistema apresenta, além do identificador, a localização relativa da parte referenciada em relação à parte que a referencia {*Em relação à Parte 34, localiza-se lateralmente a ela*}. Se o estudante avalia que sua resposta está incorreta, ausente ou incompleta e deixa uma ou mais respostas esperadas desmarcadas, o sistema permite que ele edite sua resposta e a submeta novamente por um número determinado de vezes.

FIGURA 51 - TREINAMENTO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO - CONTEÚDO

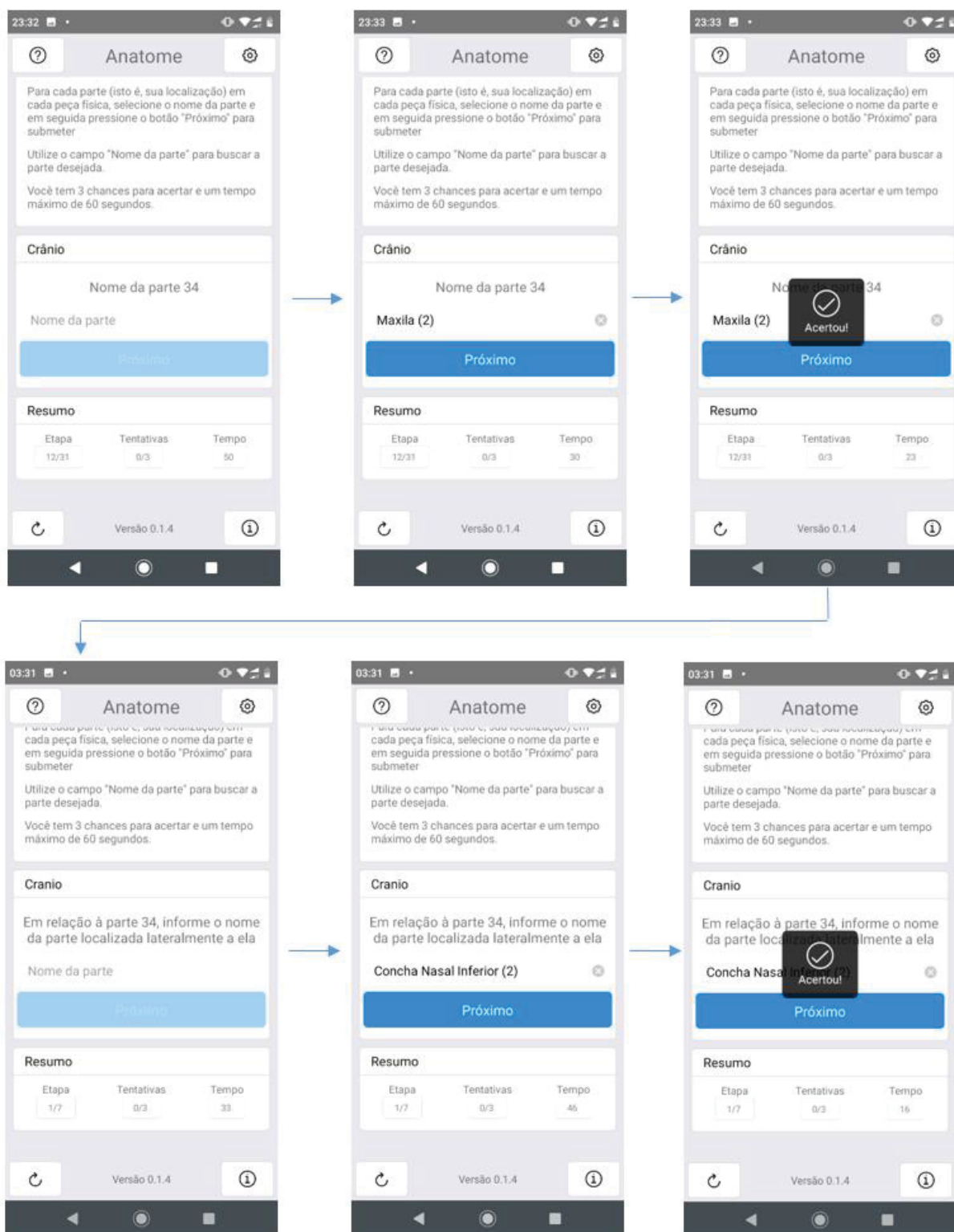


FONTE: A autora (2019).

A FIGURA 52 mostra um exemplo da implementação da interação na atividade *Treinamento* no sentido *Localização-Conteúdo* representado na FIGURA 22, na página 93. O que diferencia a interação da FIGURA 52 para a FIGURA 51 é o tipo

de conhecimento usado: somente o Nome da parte anatômica é solicitado ao estudante, os conhecimentos teóricos não.

FIGURA 52 - TREINAMENTO COM CONHECIMENTO PRÁTICO NO SENTIDO LOCALIZAÇÃO - CONTEÚDO

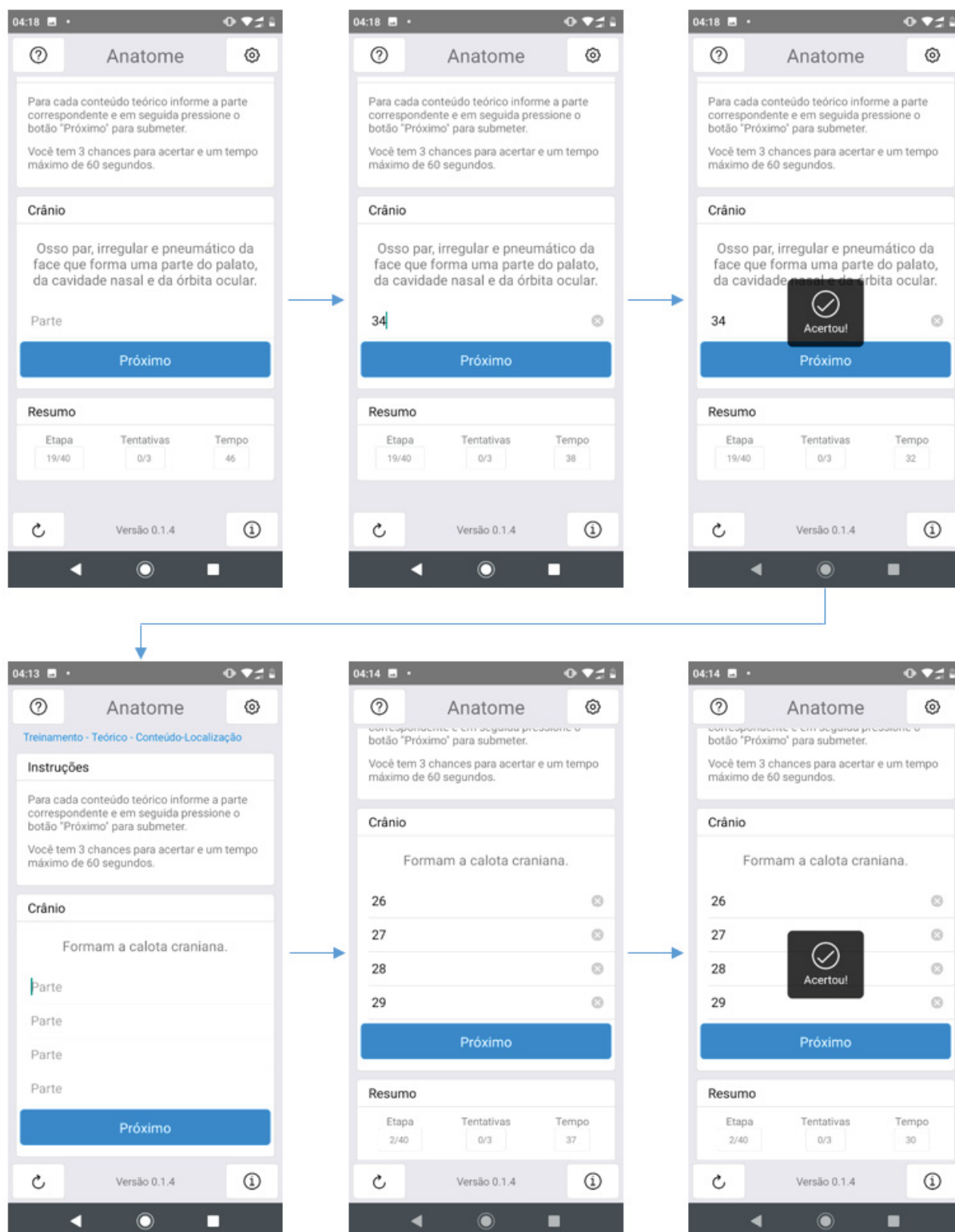


FONTE: A autora (2019).

A FIGURA 53 mostra um exemplo da implementação da interação descrita na atividade *Treinamento* no sentido *Conteúdo-Localização* representado na FIGURA 23, na página 95. O sistema apresenta um conhecimento teórico {*Osso par, irregular e pneumático da face que forma uma parte do palato, da cavidade nasal e da órbita ocular.*} e solicita a entrada do identificador da parte anatômica que corresponde àquele conteúdo teórico na peça física {34}. Quando o Conhecimento teórico apresentado pelo sistema se refere a várias partes, o sistema apresenta a sentença no plural {Formam a calota craniana} e o estudante deve indicar todas as partes correspondentes {26, 27, 28 e 29} (como na parte inferior da FIGURA 53).

A FIGURA 54 mostra um exemplo da implementação da interação na atividade *Treinamento* no sentido *Conteúdo-Localização* representado na FIGURA 24. O que diferencia a interação da FIGURA 54 para a FIGURA 53 é o tipo de conhecimento usado: o sistema informa o Nome da parte anatômica, e não o conhecimento teórico associado, para o estudante informar o número do identificador de localização correspondente.

FIGURA 53 - TREINAMENTO COM CONHECIMENTO TEÓRICO NO SENTIDO CONTEÚDO -> LOCALIZAÇÃO



FONTE: A autora (2019).

5.3. AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS PROVA DE CONCEITO

A avaliação do protótipo dos sistemas prova de conceito implementados a partir dos modelos e requisitos propostos neste trabalho foi realizada por professores, alunos e ex-alunos da disciplina Anatomia em diferentes cursos. Os participantes da avaliação não participaram de fases anteriores do projeto, não conheciam os modelos e nem os requisitos, e nunca tinham tido contato com o protótipo dos sistemas prova de conceito.

O objetivo desta avaliação foi identificar possíveis problemas na proposta desta tese e dos protótipos do *Anatome-AT* e do *Anatome*. A avaliação foi realizada em ambiente de laboratório, individualmente por cada participante, aplicada por um pesquisador. As avaliações foram registradas por meio de anotações, áudio ou vídeo, e fotografia. Um pesquisador que ainda não fazia parte do projeto integrou a equipe para auxiliar na aplicação das avaliações, que ocorreram no período de três meses, em horários agendados de acordo com a disponibilidade do participante.

Os participantes da avaliação são ou foram atores do contexto de ensino e aprendizagem de Anatomia. A informação se o participante é aluno ou ex-aluno é apresentada no perfil, mas todos são denominados no restante do texto como estudante. Eles foram classificados em quatro grupos: Professores; Estudantes sem deficiência; Estudantes com baixa visão; e Estudantes cegos. No total, vinte pessoas participaram da avaliação, sendo: seis professores, cinco estudantes sem deficiência, quatro estudantes com baixa visão e cinco estudantes cegos.

A faixa etária dos participantes está dividida em 18 a 25, idade de muitos estudantes de graduação e de cursos técnicos, e as demais faixas etárias de 10 em 10 anos. Outro dado do perfil dos participantes é a experiência deles em Anatomia, no qual o curso é citado. Quando o curso é graduação, foi colocado somente o nome do curso, os demais níveis são indicados explicitamente (básico, técnico ou pós-graduação).

Para a avaliação do protótipo do *Anatome*, estudantes e professores utilizaram um *smartphone* com acesso à Internet e peças anatômicas. Para avaliação do protótipo do *Anatome-AT*, foi disponibilizado aos professores também um notebook com acesso à Internet e com o software Microsoft Word®.

O *smartphone* utilizado tem o sistema operacional *Android* e todos os recursos necessários para esta avaliação (amplificador de tela, leitor de tela, microfone para

inserção de texto por voz e leitor de NFC). Durante a avaliação, notificações de outras aplicações foram desativadas. As três peças anatômicas usadas são de material sintético com partes setadas com etiquetas NFC numeradas também em tinta e em braille. As peças são réplicas do crânio, do úmero direito e da escápula esquerda, em tamanho real de uma pessoa adulta. Números entre 1 e 24 foram gravados em etiquetas NFC que foram coladas em partes no crânio sintético, no úmero e na escápula.

Também foi demonstrado um outro crânio sintético com as partes anatômicas sentadas com *push buttons*. Este crânio não estava funcional e não foi utilizado durante a exploração dos recursos do protótipo, mas usado para mostrar aos participantes que a proposta do projeto do Anatome pode ser implementada com diferentes tecnologias. A FIGURA 55 mostra as peças anatômicas e o celular com o Anatome utilizados no experimento.

FIGURA 55 - PEÇAS ANATÔMICAS E SMARTPHONE UTILIZADOS DURANTE A AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS PROVA DE CONCEITO.



FONTE: SCHULTZ (2019).

Durante a avaliação com a primeira estudante com baixa visão, foi feita uma crítica de que os números escritos nas etiquetas estavam muito pequenos. Então as

etiquetas numeradas das peças anatômicas foram trocadas e a numeração em tinta reescrita maior e em negrito (Ver FIGURA 56). A numeração, que era de 1 a 24, também teve que ser alterada para a faixa entre 26 e 49, uma vez que só estavam disponíveis adesivos em braille transparentes nesta faixa.

FIGURA 56 - PEÇA ESCÁPULA ANTES (ESQUERDA) E DEPOIS (DIREITA) DA TROCA DAS ETIQUETAS COM NÚMEROS MAIORES E EM NEGRITO.



FONTE: SCHULTZ (2019).

A explicação sobre o protótipo do Anatome e as respectivas funcionalidades foram demonstradas a todos os quatro grupos de participantes. Os passos realizados para tal são apresentados no QUADRO 12 e citados na descrição da condução do experimento para cada grupo.

Durante todo o experimento, o pesquisador respondia dúvidas e orientava sobre a utilização dos sistemas prova de conceito quando o participante perguntava, uma vez que o objetivo da avaliação foi avaliar a proposta dos sistemas e não a usabilidade deles.

QUADRO 12 - PASSOS PARA APRESENTAÇÃO DO ANATOME E DEMONSTRAÇÃO DE SUAS FUNCIONALIDADES PARA OS PARTICIPANTES DE TODOS OS GRUPOS.

Apresentação do protótipo do Anatome

Foi explicado ao participante que o aplicativo Anatome deveria ser utilizado juntamente com as peças anatômicas sintéticas setadas (crânio, úmero e escápula). Também que as partes anatômicas das peças a serem aprendidas estavam setadas com etiquetas NFC numeradas também em tinta e em braille, sendo assim, o número da etiqueta poderia ser lido visualmente, com o tato ou com o celular (leitor de NFC por proximidade).

Explicação das opções de aprendizagem do Anatome

Foram explicadas as opções de aprendizagem disponíveis no Aplicativo:

Modos de interação:

Estudo: O sistema te dá as informações, mais ou menos como você faz para estudar usando livros e atlas.

Treinamento: O sistema pergunta e você responde, é uma forma de você verificar o que você já assimilou.

Tipo de conteúdo:

Prático: será usado o nome para a identificação anatômica, como acontece nas aulas práticas.

Teórico: serão usados os conhecimentos teóricos para a identificação anatômica, similar ao que acontece nas aulas teóricas e teórico práticas.

Sentido da identificação

Conteúdo -> Localização: a partir do nome da parte ou do conhecimento teórico, é indicada a localização dela na peça física.

Localização -> Conteúdo: a partir da localização de uma parte anatômica na peça física, é indicado o nome ou o conhecimento teórico associado.

Demonstração da utilização do Anatome com as peças anatômicas setadas

Foi demonstrada a utilização do Anatome com as peças, mostrando como acessar as informações sobre as generalidades do roteiro, as generalidades de cada peça e a lista de abreviaturas, e a interação com cada opção de aprendizagem disponíveis no Aplicativo:

1. Estudo – Conteúdo Prático – Sentido Conteúdo-Localização
2. Estudo – Conteúdo Prático – Sentido Localização-Conteúdo
3. Estudo – Conteúdo Teórico – Sentido Conteúdo-Localização
4. Estudo – Conteúdo Teórico – Sentido Localização-Conteúdo
5. Treinamento – Conteúdo Prático – Sentido Conteúdo-Localização
6. Treinamento – Conteúdo Prático – Sentido Localização-Conteúdo
7. Treinamento – Conteúdo Teórico – Sentido Conteúdo-Localização
8. Treinamento – Conteúdo Teórico – Sentido Localização-Conteúdo

Durante a interação, foram dados exemplos de partes anatômica referenciadas.

FONTE: A autora (2019)

5.3.1. Condução do experimento com a participação dos professores

Seis professores avaliaram os protótipos do Anatome e da Ferramenta de Autoria Anatome-AT. O QUADRO 13 apresenta os dados de perfil desse grupo e inclui a informação sobre a experiência ou não com pessoas cegas ou com baixa visão. O perfil dos participantes é diversificado quanto a experiência de docência em Anatomia. Participaram da avaliação professores de diferentes níveis de ensino (superior, técnico e básico) e com experiência em diversas áreas (Veterinária, Medicina, Educação Física). Por exemplo, o Professor 5 atua na disciplina Educação Física no ensino fundamental e é treinador de atletas cegos e com baixa-visão. Apesar de não

ser professor da disciplina Anatomia especificamente, ele se voluntariou a participar da avaliação e a equipe do projeto decidiu considerar a sua participação devido à sua experiência de mais de 10 anos trabalhando com pessoas com deficiência visual. Todos os professores participantes utilizam Sistema Operacional *Android* em seus *smartphones* e *Windows* para trabalhar no computador.

QUADRO 13 - PERFIL DOS PROFESSORES QUE PARTICIPARAM DA AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS PROVA DE CONCEITO.

Participante	Faixa etária	Experiência com pessoas com baixa visão	Experiência com pessoas cegas	Experiência com Docência em Anatomia
Professor 1	56 a 65	Não	Não	Agronomia, Veterinária e Zootecnia
Professor 2	56 a 65	Não	Não	Enfermagem, Farmácia, Fisioterapia, Psicologia e Técnico em Enfermagem
Professor 3	26 a 35	Sim	Sim	Farmácia, Fisioterapia, Técnico em Radiologia e Técnico em Massoterapia
Professor 4	46 a 55	Sim	Sim	Educação Física: Graduação, Educação infantil, Fundamental e Médio, e Técnico em Massoterapia
Professor 5	26 a 35	Sim	Sim	Educação Física: Ensino fundamental
Professor 6	26 a 35	Não	Não	Especialização para Instrutores de Educação Física

FONTE: A autora (2019).

Após a apresentação inicial do pesquisador e participante, e uma breve explicação de como ocorreria a avaliação, o experimento com a participação dos professores ocorreu da seguinte forma:

- Avaliação do Anatome
 - Apresentação do Anatome e explicação das opções de aprendizagem do Anatome ao professor participante (descrita no QUADRO 12, da página 156);
 - Demonstração da utilização do Anatome com as peças anatômicas setadas (apresentadas na FIGURA 55, na página 154) usando apresentação de informações em texto na tela e entrada de dados por meio de digitação via teclado;
 - Demonstração da utilização do Anatome para entrada de dados por Leitura de etiqueta NFC e Inserção de texto por voz;

- Demonstração da utilização do Anatome com o recurso de leitor de tela do Sistema Operacional (*Talkback* no *Android*) ativado combinado com cada uma das duas opções de configuração de entrada do Anatome (leitura de etiqueta NFC e inserção de texto por voz);
- O professor utiliza livremente o Anatome com as peças anatômicas sintéticas setadas por no máximo 10 minutos para verificar como o conteúdo que ele irá cadastrar usando a Ferramenta de Autoria será utilizado pelos estudantes usando o Anatome;
- Entrevista sobre o Anatome.
- Avaliação da Ferramenta de Autoria Anatome
 - Apresentação do Roteiro de aula teórico-prática sobre Sistema ósseo da disciplina Anatomia no Curso Técnico de Massoterapia entregue impresso ao professor;
 - Apresentação do Roteiro de aula teórico-prática sobre Sistema ósseo da disciplina Anatomia no Curso Técnico de Massoterapia em arquivo de texto digital no computador, do qual o professor iria copiar os conteúdos a serem inseridos na Ferramenta de autoria;
 - Apresentação da Ferramenta de Autoria Anatome;
 - O professor cadastra o Roteiro de aula teórico-prático sobre Sistema ósseo da disciplina Anatomia no Curso Técnico de Massoterapia usando a Ferramenta de Autoria Anatome, orientada pelo pesquisador que aplicou o experimento;
 - Apresentação do Roteiro de aula prática sobre Sistema cardiovascular da disciplina Anatomia dos animais domésticos do curso Agronomia (em arquivo de texto digital no computador) do qual o professor copiaria os conteúdos a serem inseridos na Ferramenta de autoria;
 - O professor cadastra o Roteiro de aula teórico-prático sobre Sistema cardiovascular da disciplina Anatomia dos animais domésticos do curso Agronomia usando a Ferramenta de Autoria Anatome, orientada pelo pesquisador que aplicou o experimento;
 - Entrevista sobre a Ferramenta de Autoria Anatome.

5.3.2. Condução do experimento com a participação dos estudantes sem deficiência

Cinco estudantes sem deficiência avaliaram o protótipo do Anatome. Os dados deste perfil podem ser encontrados no QUADRO 14. Exceto a Aluna Sem Deficiência 4, o restante dos participantes são estudantes do curso de Graduação em Medicina. Três destes estudantes relataram que foram monitores da disciplina da Anatomia e que receberam alunos com baixa visão na monitoria. Todos os estudantes usam o Sistema Operacional *Android* em seus *smartphones*.

QUADRO 14 - PERFIL DOS ESTUDANTES SEM DEFICIÊNCIA QUE PARTICIPARAM DA AVALIAÇÃO DO ANATOME

Participante	Faixa etária	Sexo	Condição	Experiência com Anatomia
Estudante Sem Deficiência 1	18 a 25	M	Aluno	Medicina - 3 disciplinas Monitoria em 1 disciplina
Estudante Sem Deficiência 2	18 a 25	F	Aluna	Medicina - 3 disciplinas
Estudante Sem Deficiência 3	18 a 25	F	Aluna	Medicina - 3 disciplinas Monitoria em 1 disciplina
Estudante Sem Deficiência 4	26 a 35	F	Ex-Aluna	Técnico em Massoterapia: 1 disciplina Veterinária: 2 disciplinas.
Estudante Sem Deficiência 5	18 a 25	M	Aluno	Medicina - 3 disciplinas Monitoria em 1 disciplina

FONTE: A autora (2019).

Após a apresentação inicial do pesquisador e do participante, e uma breve explicação de como ocorreria a avaliação, o experimento com a participação dos estudantes sem deficiência ocorreu da seguinte forma:

- Apresentação do Anatome e explicação das opções de aprendizagem do Anatome ao estudante participante (descrita no QUADRO 12, da página 156);
- Demonstração da utilização do Anatome com as peças anatômicas setadas (apresentadas na FIGURA 55, na página 154) usando apresentação de informações em *texto na tela* e entrada de dados por meio de *digitação via teclado*;
- Demonstração da utilização do Anatome para entrada de dados por *Leitura de etiqueta NFC* e *Inserção de texto por voz*;

- Demonstração da utilização do Anatome com o recurso de *leitor de tela* do Sistema Operacional (*Talkback* no *Android*) ativado combinado com cada uma das duas opções de configuração de entrada do Anatome (*leitura de etiqueta NFC e inserção de texto por voz*);
- Estudante utiliza livremente o Anatome com as peças anatômicas sintéticas setadas;
- Entrevista sobre o Anatome.

5.3.3. Condução do experimento com a participação dos estudantes com baixa visão

Quatro estudantes com baixa visão avaliaram o protótipo do Anatome. O QUADRO 15 apresenta os dados desse perfil. O Estudante com Baixa Visão 3 se voluntariou e realizou o experimento. Ao final, identificou-se que ele ainda iria cursar a disciplina Anatomia no curso de Educação Física. A equipe do projeto optou por considerar a participação e aproveitar as contribuições dele, uma vez que ele tinha proficiência no uso de *smartphone* que se destacava em relação aos demais participantes com baixa visão e suas sugestões foram bastante relevantes. Todos os estudantes usam o Sistema Operacional *Android* em seus *smartphones*.

QUADRO 15 - PERFIL DOS ESTUDANTES COM BAIXA VISÃO QUE PARTICIPARAM DA AVALIAÇÃO DO ANATOME

Participante	Faixa etária	Sexo	Condição	Experiência com Anatomia
Estudante com Baixa Visão 1	26 a 35	M	Ex-Aluno	Psicologia: 1 disciplina
Estudante com Baixa Visão 2	18 a 25	M	Aluno	Medicina: 1 disciplina
Estudante com Baixa Visão 3	18 a 25	M	Aluno	Nenhuma
Estudante com Baixa Visão 4	36 a 45	F	Ex-Aluna	Massoterapia: 2 disciplinas

FONTE: A autora (2019).

Após a apresentação inicial do pesquisador e do participante, e uma breve explicação de como ocorreria a avaliação, o experimento com a participação dos estudantes com baixa visão ocorreu da seguinte forma:

- Explicação da posição do botão “Voltar” no *smartphone* utilizado no experimento, que varia de aparelho para aparelho.
- Apresentação do Anatome e explicação das opções de aprendizagem do Anatome (descrita no QUADRO 12, da página 156) ao estudante participante;
- Demonstração da utilização do Anatome com as peças anatômicas setadas (apresentadas na FIGURA 55, na página 154) usando apresentação de informações em *texto na tela* e entrada de dados por meio de *digitação via teclado*;
- Demonstração da utilização do Anatome para entrada de dados por *Leitura de etiqueta NFC* e *Inserção de texto por voz*;
- Demonstração da utilização do Anatome com o recurso de leitor de tela do Sistema Operacional (*Talkback* no *Android*) ativado combinado com cada uma das duas opções de configuração de entrada do Anatome (*leitura de etiqueta NFC* e *inserção de texto por voz*);
- Estudante utiliza livremente o Anatome com as peças anatômicas sintéticas setadas;
- Entrevista sobre o Anatome.

5.3.4. Condução do experimento com a participação dos estudantes cegos

Cinco estudantes cegos avaliaram o protótipo do Anatome. O QUADRO 16 apresenta os dados de perfil desse grupo e indicando também se o participante lê em braille ou não. Quatro participantes são massoterapeutas e um é atleta. Todos os estudantes usam o Sistema Operacional *Android* em seus *smartphones*.

QUADRO 16 - PERFIL DOS ESTUDANTES CEGOS QUE PARTICIPARAM DA AVALIAÇÃO DO ANATOME

Participante	Faixa etária	Sexo	Condição	Usuário de Braille	Experiência com Anatomia
Estudante Cego 1	46 a 55	M	Ex-Aluno	Sim	Técnico em Massoterapia: 1 disciplina
Estudante Cego 2	26 a 35	M	Ex-Aluno	Sim	Técnico em Massoterapia: 2 disciplinas
Estudante Cego 3	26 a 35	M	Ex-Aluno	Sim	Educação Física: 1 disciplina
Estudante Cego 4	36 a 45	M	Ex-Aluno	Sim	Técnico em Massoterapia: 1 disciplina
Estudante Cego 5	56 a 65	M	Ex-Aluno	Sim	Técnico em Massoterapia: 1 disciplina

FONTE: A autora (2019).

Após a apresentação inicial do pesquisador e do participante, e uma breve explicação de como ocorreria a avaliação, o experimento com a participação dos estudantes cegos ocorreu da seguinte forma:

- Explicação da posição do botão “Voltar” no *smartphone* utilizado no experimento, que varia de aparelho para aparelho;
- Explicação de como interagir com o *smartphone* para usuários com pouca proficiência no uso de *smartphone* (arrastar o dedo para o lado para mudar de opção, dar duplo toque para abrir o item selecionado, deslizar com os dois dedos para cima ou para baixo para rolar a tela etc.);
- Apresentação do Anatome ao estudante participante (descrita no QUADRO 12, da página 156) e conduzindo a mão do participante para encontrar as etiquetas nas partes anatômicas setadas nas peças (apresentadas na FIGURA 55, na página 154);
- Explicação das opções de aprendizagem do Anatome (descrita no QUADRO 12) orientando a interação de acordo com a proficiência do participante no uso de *smartphone*;
- Demonstração da utilização do Anatome com as peças anatômicas setadas, com o *leitor de tela* do Sistema Operacional (*Talkback* no *Android*) ativado, combinado com *Leitura de etiqueta NFC* e *Inserção de texto por voz*;
- Estudante utiliza livremente o Anatome com as peças anatômicas sintéticas setadas;
- Entrevista sobre o Anatome.

5.3.5. Resultados da avaliação dos sistemas prova de conceito

A realização dos experimentos com a participação dos usuários do contexto teve como objetivo avaliar a proposta em relação à generalidade para trabalhar os conteúdos de Anatomia, a adequação para favorecer a autonomia dos estudantes para a aprendizagem desses conteúdos, e avaliar o protótipo dos sistemas prova de conceito em relação à acessibilidade para estudantes cegos ou com baixa visão. O QUADRO 17 apresenta a relação entre os aspectos avaliados e os grupos de participantes. Por exemplo, em relação a generalidades, os estudantes sem deficiência avaliaram o Anatome, os professores avaliaram o Anatome e a Ferramenta de Autoria Anatome-AT. Esse aspecto não foi avaliado pelos estudantes com deficiência visual, para que a entrevista com estes participantes não ficasse grande, já que esta questão não está relacionada à deficiência.

QUADRO 17 - ASPECTOS AVALIADOS POR GRUPO DE PARTICIPANTES

	Generalidade: A proposta cobre adequadamente os conteúdos das disciplinas de Anatomia?	Autonomia: A proposta favorece a autonomia dos estudantes para treinar a identificação anatômica?	Acessibilidade a pessoas cegas e com baixa visão: Os protótipos proveem acessibilidade a estudantes cegos ou com baixa visão?
Professores	Anatome Anatome-AT	Anatome	Anatome-AT
Estudantes sem deficiência	Anatome	Anatome	
Estudantes com baixa visão		Anatome	Anatome
Estudantes cegos		Anatome	Anatome

FONTE: A autora (2019)

As perguntas relacionadas às questões apresentadas no QUADRO 17 tinham as seguintes opções de resposta: “Muito adequado”, “Adequado”, “Pouco adequado”, “Neutro”, “Pouco inadequado”, “Inadequado”, “Muito Inadequado”, e ainda a opção “Não sei”. Quando o participante selecionou uma opção diferente de “Muito Adequado”, o pesquisador pediu que o participante explicasse os motivos da resposta, para entendermos as necessidades de melhoria da proposta. As perguntas apresentadas aos participantes da avaliação dos sistemas prova de conceito são apresentadas no Apêndice 2, logo após a lista de atividade de cada grupo de participante.

Nos casos em que o motivo apresentado pelo participante não era uma limitação da proposta e nem da tecnologia, o pesquisador explicava tal situação. Mesmo após a concordância do participante, ele não era questionado se gostaria de alterar sua resposta. Logo, mesmo o motivo apresentado não sendo uma limitação, as respostas originais dos participantes foram mantidas, a não ser quando ele solicitava esta modificação. Também não perguntávamos se ele gostaria de alterar sua resposta quando a limitação era em relação à tecnologia e não à proposta.

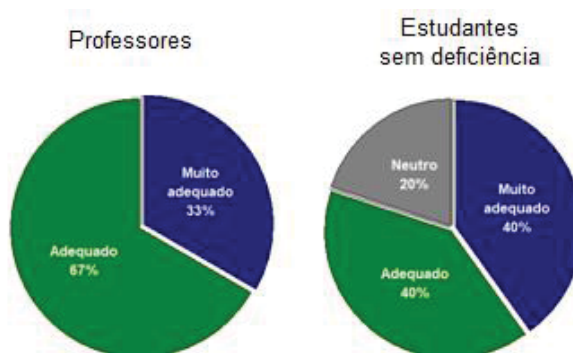
Adicionalmente, foram feitas duas perguntas: se o participante percebia alguma limitação na proposta, com possibilidades de resposta “Sim” ou “Não”, solicitando que citasse a limitação caso a resposta fosse positiva, e se o participante queria fazer qualquer comentário adicional. Esta última pergunta possibilitou perceber as impressões dos participantes sobre a proposta desta tese e sobre o protótipo dos sistemas prova de conceito implementados.

A porcentagem foi utilizada nos gráficos relativos a cada questão avaliada para facilitar a comparação das respostas dos diferentes grupos, uma vez que o número de participantes variou de grupo para grupo. O critério utilizado na construção dos gráficos foi a acessibilidade para pessoas com algum tipo de deficiência visual. Por isso, foram utilizadas cores escuras de fundo e texto claro, com bom nível de contraste, fatias do gráfico separadas e rótulos descritivos juntamente com as porcentagens para facilitar a compreensão por pessoas daltônicas. Também foram adicionados textos alternativos para pessoas cegas terem acesso aos conteúdos dos gráficos, assim como nas demais figuras desta tese.

5.3.5.1. A proposta cobre os conteúdos das disciplinas Anatomia?

Sobre a adequação da proposta do Anatome para apoiar a aprendizagem da identificação anatômica referente às unidades de ensino das disciplinas de Anatomia (sistema ósseo, sistema muscular, etc.), 2 professores acharam muito adequado (33%) e 4 acharam adequado (67%); 2 estudantes sem deficiência acharam muito adequado (40%), 2 acharam adequado (40%) e 1 (20%) disse que não sabiam avaliar o nível de adequação do Anatome para todos os conteúdos das disciplinas Anatomia. Os dados são apresentados no gráfico da FIGURA 57.

FIGURA 57 - ADEQUAÇÃO DO ANATOME PARA TREINAR A IDENTIFICAÇÃO ANATÔMICA REFERENTE ÀS UNIDADES DE ENSINO DE DISCIPLINAS DE ANATOMIA



FONTE: A autora (2019).

Nesta questão, tanto os alunos sem deficiência quanto os professores convergiram em suas preocupações ao selecionar a opção “Adequado”. Os pontos principais foram: como a proposta cobriria peças naturais (molhadas) e como seriam acessadas partes anatômicas muito ricas (exemplo: várias estruturas muito próximas ou estruturas muito pequenas que não permitam fixar uma etiqueta de identificação) ou internas.

Em relação a peças molhadas, basta que uma etiqueta NFC seja colada na seta comumente utilizada para setar a localização das partes anatômicas usadas nas aulas, que o Anatome funcionaria da mesma forma. Para pessoas videntes essa forma de uso é adequada, mas não para pessoas cegas.

Em relação às várias partes próximas ou pequenas, essa é uma limitação ligada à tecnologia usada (tamanho da etiqueta) e à disponibilidade de peças sintéticas disponíveis na instituição. Estas limitações também estão presentes no contexto real de ensino-aprendizagem de Anatomia para pessoas cegas, uma vez que pode ser difícil identificar por meio do tato partes pequenas e/ou muito próximas presentes na estrutura da peça. Ainda assim, essas limitações devem ser consideradas em trabalhos futuros que tenham como objetivo expandir as possibilidades de interação com peças com essa característica.

Sobre a adequação da Ferramenta de Autoria Anatome-AT para criar conteúdos referentes às unidades de ensino das disciplinas de Anatomia (sistema ósseo, sistema muscular, etc.), todos os seis professores (100%) acharam muito adequado, como mostra o gráfico da FIGURA 58.

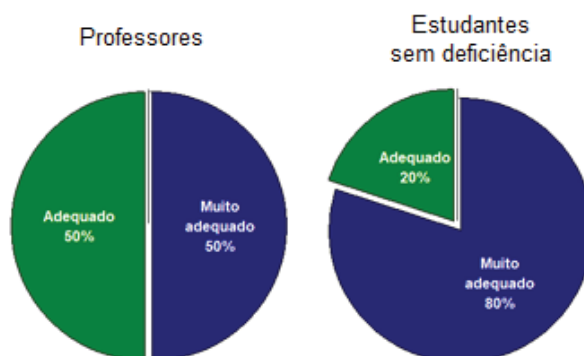
FIGURA 58 - ADEQUAÇÃO DO ANATOME-AT PARA CRIAR CONTEÚDOS REFERENTES ÀS UNIDADES DE ENSINO DE DISCIPLINAS DE ANATOMIA



FONTE: A autora (2019).

Sobre a adequação do Anatome para treinar a identificação anatômica em disciplinas de Anatomia nos diferentes cursos em que a Anatomia é ministrada (Medicina, Fisioterapia, Massoterapia, Medicina Veterinária, Zootecnia, etc.), 3 professores acharam muito adequado (50%) e 3 acharam adequado (50%); 4 estudantes acharam muito adequado (80%) e 1 achou adequado (20%). Os dados são apresentados no gráfico da FIGURA 59.

FIGURA 59 - ADEQUAÇÃO DO ANATOME PARA TREINAR A IDENTIFICAÇÃO ANATÔMICA EM DISCIPLINAS DE ANATOMIA NOS DIFERENTES CURSOS



FONTE: A autora (2019).

Dois professores retomaram os pontos tratados na questão anterior, reiterando as questões de partes ricas e tipo de material utilizado nas peças para justificar suas escolhas. O outro professor e o estudante que responderam adequado afirmaram que suas escolhas estavam relacionadas a limitações tecnológicas do protótipo.

Sobre a adequação da Ferramenta de Autoria Anatome-AT para criar conteúdos específicos para as disciplinas de Anatomia nos diferentes cursos em que

a Anatomia é ministrada (Medicina, Fisioterapia, Massoterapia, Medicina Veterinária, Zootecnia, etc.), 5 professores (83%) acharam muito adequada e 1 achou adequada (17%), como mostra o gráfico da FIGURA 60.

FIGURA 60 - ADEQUAÇÃO DO ANATOME-AT PARA TREINAR A IDENTIFICAÇÃO ANATÔMICA EM DISCIPLINAS DE ANATOMIA NOS DIFERENTES CURSOS



FONTE: A autora (2019).

O Professor 2 ficou em dúvida sobre a possibilidade de criar conteúdos do mais geral para o específico. Por exemplo, iniciar pelo estudo do esqueleto, em que o crânio, a escápula e o úmero são partes da peça esqueleto, para depois partir para crânio, úmero e escápula como peças para serem estudadas em detalhes. Mas, essa não é uma limitação do modelo, uma vez que o próprio professor seleciona as peças e os conteúdos a serem abordados em cada uma delas. Sendo assim, ele pode elaborar uma peça esqueleto, com conteúdo mais geral a ser usada pelos estudantes no início da disciplina, depois as peças crânio, úmero e escápula; depois peças mais detalhadas, com conteúdos mais específicos (as camadas do osso úmero, por exemplo) em uma peça ampliada e com vários cortes de alguma parte do úmero.

5.3.5.2. *A proposta favorece a autonomia dos estudantes para treinar a identificação anatômica?*

Em relação à adequação do Anatome para favorecer a autonomia do estudante para treinar a identificação anatômica, todos os 6 professores (100%) e os cinco estudantes sem deficiência (100%) acharam muito adequado, como mostra o gráfico da FIGURA 61. Dos estudantes com baixa-visão, 2 acharam muito adequado (50%), 1 achou adequado (25%) e 1 achou pouco adequado (25%). Já dos estudantes cegos, 4 acharam o Anatome mais as peças anatômicas muito adequadas (80%) para

favorecer a autonomia para treinar a identificação anatômica e 1 achou adequado (20%).

FIGURA 61 - ADEQUAÇÃO DO ANATOME PARA FAVORECER A AUTONOMIA DOS ESTUDANTES PARA TREINAR A IDENTIFICAÇÃO ANATÔMICA



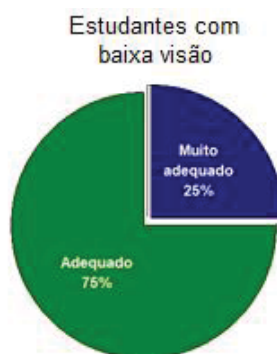
FONTE: A autora (2019).

As colocações dos participantes com deficiência visual que responderam “Adequado” ou “Pouco Adequado” estavam centradas nas limitações tecnológicas do protótipo. No reconhecimento da fala, por exemplo, nem sempre o protótipo do Anatome reconhecia corretamente quando o usuário falava “um” e algumas outras palavras. Também, alguns recursos previstos no modelo ainda não tinham sido implementados no protótipo, como a possibilidade de o estudante configurar o tempo de interação durante o treinamento. Para esta interação especificamente, o usuário tem que entrar com os *conhecimentos teóricos* associados a uma parte anatômica, demandando mais tempo do que entrar com o *nome* da parte ou com o *número da etiqueta* indicando a localização, requeridas nas demais interações com o Anatome. O tempo fixado acabou sendo pouco para esta interação especificamente e não poderia ser alterado no protótipo. Mas, alterar o tempo das atividades de interação do treinamento é uma funcionalidade prevista no modelo (atividade *Configurar interação* e a *atividades de aprendizagem* da FIGURA 9, na página 64).

5.3.5.3. Os protótipos proveem acessibilidade a estudantes cegos ou com baixa visão?

Sobre a acessibilidade do Anatome com as peças anatômicas sintéticas setadas para pessoas com baixa visão, 1 estudante considerou muito adequado (25%) e 3 consideraram adequado (75%), como mostra o gráfico da FIGURA 62.

FIGURA 62 - ACESSIBILIDADE DO ANATOME PARA ESTUDANTES COM BAIXA VISÃO

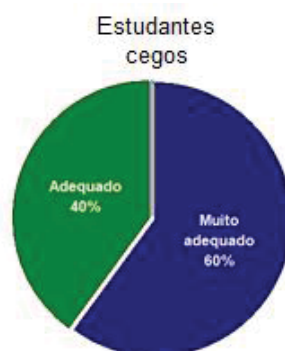


FONTE: A autora (2019).

O Estudante com Baixa Visão 1 afirmou que achou melhor selecionar a opção “Adequado” por não estar vivenciando a realidade de aluno no momento da avaliação, enquanto a Estudante com Baixa Visão 4 afirmou que achou melhor selecionar a mesma opção apesar de não saber dizer o motivo da escolha. Já o Estudante com Baixa Visão 3 levantou dois problemas: não havia a opção para alterar o contraste (colocar o fundo preto, por exemplo) e o tempo para chegar até uma funcionalidade de interesse estava muito alto. Este estudante é o que sua proficiência se destacava em relação aos demais, logo, ele precisaria de menos explicações para a interação com o Anatome. No protótipo não tinha a opção de suprimir as explicações para atender a usuários com diferentes proficiências, uma vez que o objetivo do momento era a avaliação do protótipo. Em aplicações acessíveis inclusive para usuários sem deficiência, a adequação aos usuários com diferentes níveis de proficiência deve ser considerada para que o usuário possa suprimir as explicações ao entender o funcionamento do sistema, e focar sua atenção na aprendizagem dos conteúdos da disciplina e não nas orientações do sistema.

Em relação à acessibilidade do Anatome com as peças anatômicas sintéticas setadas para pessoas cegas, 3 estudantes consideraram muito adequado (60%) e 2 consideraram adequado (40%) para fornecer conteúdos acessíveis. A FIGURA 63 mostra a porcentagem de resposta dos estudantes cegos.

FIGURA 63 - ACESSIBILIDADE DO ANATOME PARA ESTUDANTES CEGOS

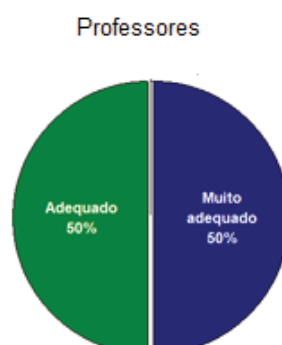


FONTE: A autora (2019).

Os problemas levantados pelos dois estudantes cegos que responderam “Adequado” não estão diretamente relacionados à proposta do Anatome. O Estudante Cego 1 levantou que a familiarização com o aplicativo seria uma questão, enquanto o Estudante Cego 4 levantou que as falhas e limitações tecnológicas no protótipo estavam influenciando na proposta.

Em relação ao apoio para criar conteúdos acessíveis para pessoas cegas ou com baixa visão, 3 professores (50%) consideraram a Ferramenta de Autoria Anatome-AT muito adequada e 3 consideraram adequada (50%). A FIGURA 64 mostra a porcentagem de resposta dos professores sobre a adequação da Ferramenta de Autoria Anatome para apoiar a criação de conteúdos acessíveis às pessoas cegas ou com baixa visão.

FIGURA 64 - ADEQUAÇÃO DO ANATOME-AT PARA CRIAR CONTEÚDOS ACESSÍVEIS ÀS PESSOAS CEGAS OU COM BAIXA VISÃO



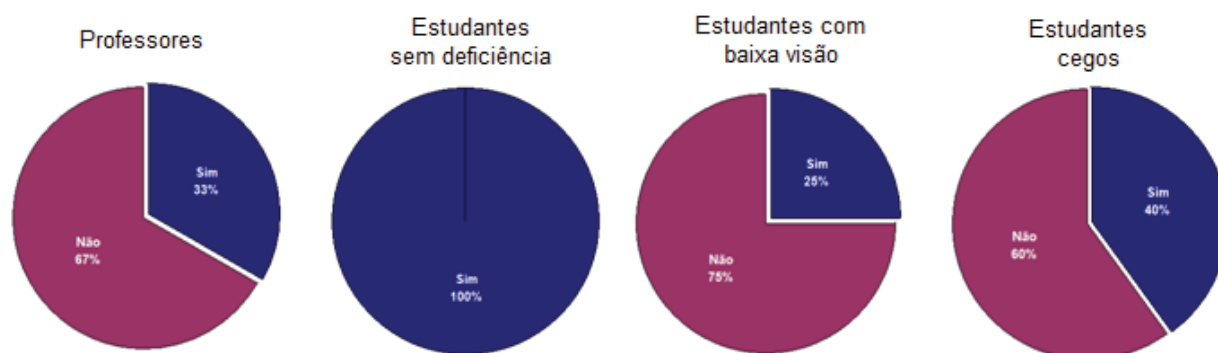
FONTE: A autora (2019).

Para justificar a resposta “Adequado”, um professor trouxe que a necessidade de novas tecnologias, em relação ao protótipo atual, limita o professor na produção de conteúdos acessíveis. Os outros dois professores não justificaram a resposta.

5.3.5.4. Limitações da proposta

Sobre identificação de limitações na proposta do Anatome, dois professores responderam que Sim (33%) e quatro responderam Não (67%); todos os cinco estudantes sem deficiência (100%) responderam Sim (100%); um estudante com baixa visão respondeu Sim (25%) e os outros 3 responderam Não (75%); e dos estudantes cegos, dois perceberam limitações (40%) e três não perceberam (60%). Os gráficos com a porcentagem de resposta de cada grupo são apresentados na FIGURA 65.

FIGURA 65 - PERCEPÇÃO DE LIMITAÇÃO NA PROPOSTA DO ANATOME



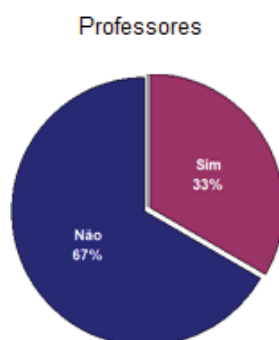
FONTE: A autora (2019).

A maioria das limitações levantadas pelos participantes foram tecnológicas, seja nas limitações dos protótipos, seja nas limitações do estado da arte da tecnologia atual. Um cego levantou que seria importante informar qual a faixa de valores das etiquetas de uma determinada peça, ou seja, qual o primeiro número e qual o último número usado para indicar a localização das partes anatômicas de cada peça. Um professor trouxe que o aplicativo não estava “chamando atenção” para o que se devia fazer, levantando a necessidade de ressaltar para os estudantes as partes do conteúdo que precisa dar mais atenção durante a aprendizagem, e considerar meios de reduzir as distrações de interface durante o uso do aplicativo. Os professores e

alunos sem deficiência trouxeram novamente a discussão sobre peças molhadas e que possuem estruturas ricas⁷⁵ ou internas.

Sobre identificação de limitações na proposta da Ferramenta de Autoria Anatome, dois professores responderam que identificaram limitações na proposta (33%) e quatro não identificaram (67%). Os gráficos com a porcentagem de resposta de cada grupo são apresentados na FIGURA 66.

FIGURA 66 - PERCEPÇÃO DE LIMITAÇÃO NA PROPOSTA DO ANATOME-AT



FONTE: A autora (2019).

Os dois professores que identificaram as limitações, afirmaram que eram tecnológicas. O Professor 1 trouxe que observava uma limitação justamente por ainda não existirem tecnologias para identificação de partes molhadas, ricas ou internas. O Professor 2 disse que o protótipo da Ferramenta de Autoria não permite mostrar as partes internas (parte referenciada por uma parte anatômica acessível na superfície da peça), que fica abstrato, mas que sem o protótipo também é assim para estudantes cegos, que também é abstrato.

5.3.5.5. *Impressão geral sobre o projeto*

Os participantes citaram limitações já indicadas discutidas anteriormente em cada questão analisada. O Professor 4 sugeriu uma opção de colorir as partes anatômicas de imagens a partir da ferramenta de autoria, fazendo uma analogia com algumas práticas pedagógicas dela. O Professor 3 levantou a ideia de que os roteiros sejam compartilhados entre professores de uma mesma instituição.

⁷⁵ Estruturas ricas são aquelas que tem muitos detalhes em um espaço pequeno da peça anatômica

Os comentários adicionais foram, no geral, positivos. Os participantes fizeram muitos elogios ao projeto e aos seus pesquisadores. Para além dos elogios, grande parte dos comentários voltou aos problemas e questões identificados nas outras perguntas da entrevista. Um comentário diferente veio da Estudante com Baixa Visão 4, que relatou que as pessoas com baixa visão têm insegurança ao utilizar a tecnologia, diferentemente dos cegos, de acordo com a visão dela.

5.4. OUTROS PROTÓTIPOS IMPLEMENTADOS NO DECORRER DA PESQUISA

Durante a realização da pesquisa desta tese foram implementados alguns protótipos para apoiar a aprendizagem do estudante até chegar ao protótipo descrito na seção 5.2 (página 136). O primeiro protótipo, implementado quando o projeto ainda era voltado para pessoas com deficiência visual, é apresentado na FIGURA 67. Ele foi construído usando uma peça anatômica sintética de crânio utilizada juntamente com alguns dispositivos, que juntos chamamos de Kit-Interativo: uma placa de desenvolvimento Arduino⁷⁶ modelo uno, um cartão de memória, alto-falante para saída de áudio e sensores do tipo *push button*⁷⁷ para entrada de dados por meio do tato. Esses *push buttons* foram ligados à um *proto board*⁷⁸ que, por sua vez, era conectado à placa Arduino. A interação implementada no primeiro protótipo era da atividade Estudo com conhecimento prático no sentido Localização-Conteúdo. Para a interação, o usuário pressionava *push button* e o sistema executava o áudio com o nome da respectiva parte anatômica.

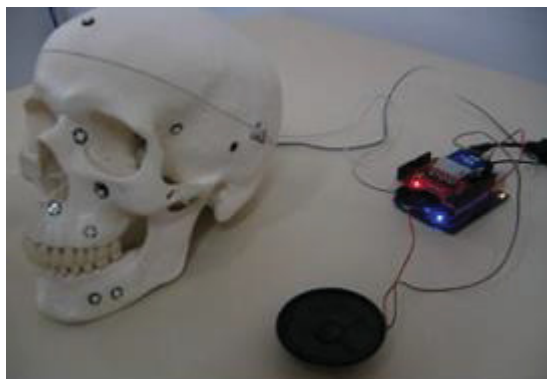
Os sensores do tipo *push button* utilizados nesse primeiro protótipo tem a vantagem de serem pequenos. Entretanto, eles precisam de energia para funcionar. Com isso, eles precisam ser conectados a um *proto board*, que por sua vez deve ter um circuito específico modelado para a quantidade de partes anatômicas a serem identificadas na peça física. Dessa forma, o autor da peça, um especialista no domínio de Anatomia, dependeria de algum profissional da área de eletrônica para montar o sistema para cada peça anatômica.

⁷⁶ Placa de desenvolvimento com funcionamento semelhante a um computador. A programação da placa de desenvolvimento é feita usando um computador convencional e copiado o código via cabo USB para que ela funcione independente, desconectada do computador. Nesta placa pode-se conectar outros módulos com finalidades específicas, como para entrada e saída de dados, ou processamento dedicado. Essas placas muito usadas para o desenvolvimento de sistemas embarcados.

⁷⁷ Botão de pressão

⁷⁸ Placa para montagem de circuito elétrico e conexão de componentes eletrônicos

FIGURA 67 - PRIMEIRO PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA APOIO À APRENDIZAGEM DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL E SEM DEFICIÊNCIA



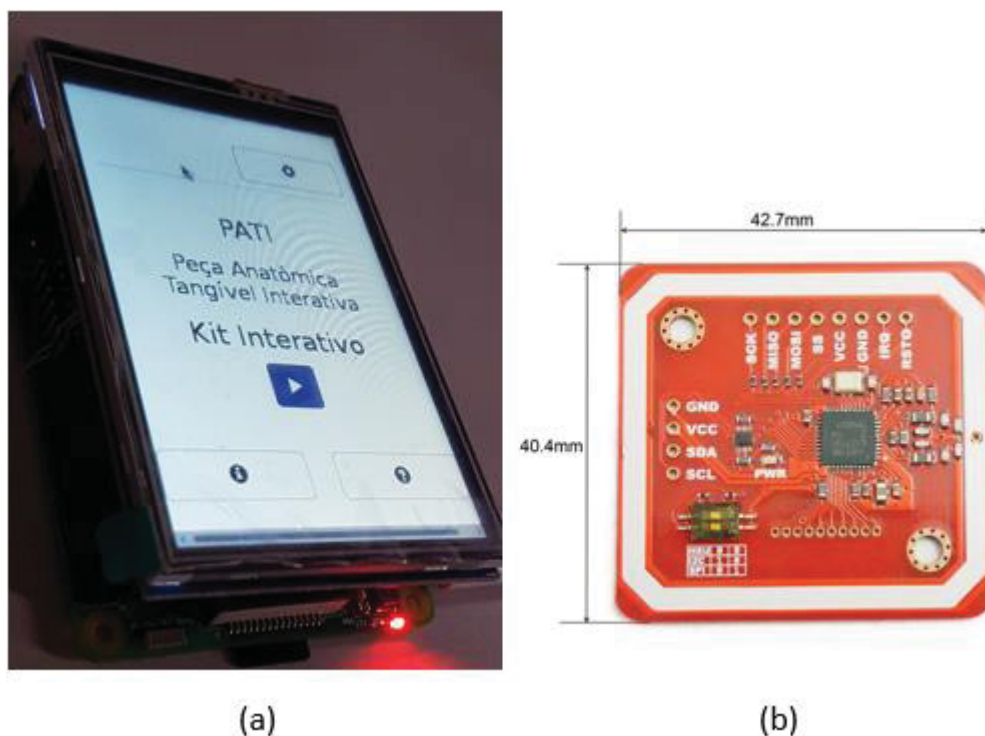
FONTE: A autora (2017).

Outras desvantagens do protótipo como foi construído é a necessidade de aquisição dos equipamentos do Kit-Interativo para cada peça anatômica, o que aumenta o custo, e a disposição dos fios e equipamentos utilizados, que poderia alterar a percepção tátil da peça e facilitar o mau contato devido à manipulação da peça esses dispositivos ligados por fios.

Foi iniciada a implementação de um segundo protótipo com uma placa de desenvolvimento Raspberry Pi 3⁷⁹ com display LCD *touchscreen* de 3,5 polegadas, mostrado na FIGURA 68 (a), e Módulo PN532 para leitura de TAGs NFC, mostrado na FIGURA 68 (b). A escolha de outros dispositivos ocorreu porque os recursos disponíveis no primeiro protótipo não seriam suficientes para a implementação das interações modeladas com o decorrer da execução do projeto, descritas na seção 4.3.2.2 (página 85), para implementação imediata, e seção 4.3.2.3 (página 97), que se pretende implementar em trabalhos futuros. Esse novo protótipo tinha algumas vantagens: a) redução do custo, pois um único dispositivo multimídia poderia ser utilizado para várias peças, com maior qualidade e precisão se comparado ao Kit-Interativo; b) independência dos profissionais de Anatomia na elaboração das peças, pois as TAGs NFC podem ser encontradas em forma de etiqueta adesiva, que o próprio professor de Anatomia pode colar nas partes da peça que precisam ser identificadas pelos estudantes, para serem lidas pelo leitor NFC.

⁷⁹ Placa para desenvolvimento de sistema embarcado com mais funcionalidades do que as placas de desenvolvimento Arduino

FIGURA 68 - SEGUNDO PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA APOIO À APRENDIZAGEM DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL E SEM DEFICIÊNCIA



FONTE: A autora (2017).

No entanto, o segundo protótipo mostrou-se desinteressante, porque a abertura das telas para a seleção das opções iniciais pela primeira vez demorava mais de um minuto. Além disso, o display *touchscreen* era ruim, sendo a opção de display *multitouch* com melhor precisão mais caro do que um *smartphone* que já tem leitor de NFC e acessibilidade nativa no Sistema Operacional. Logo, optou-se pelo protótipo descrito na seção 5.2 (página 136). No segundo protótipo, as opções de acessibilidade e a integração do módulo leitor NFC não são nativas e teriam que ser implementadas.

5.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A equipe do projeto considerou que a avaliação do protótipo dos sistemas prova de conceito permitiu reforçar a avaliação da proposta desta tese, apresentada no Capítulo 4 de forma mais concreta. Os participantes tiveram acesso a protótipos funcionais, fazendo um comparativo com sua prática no dia a dia do contexto de ensino e aprendizagem de Anatomia. O resultado da avaliação foi muito positivo, pois mesmo com sugestões de melhorias, não houve alguma resposta indicando inadequação das propostas.

Considerando a questão central deste projeto, que é a autonomia dos estudantes com necessidades específicas para aprender Anatomia principalmente em horários extraclasse, as respostas foram positivas. As respostas diferentes de “Muito adequadas” indicaram recursos previstos no modelo, mas ainda não implementados no primeiro protótipo, ou pequenas falhas em tecnologias usadas (reconhecimento de voz), que tendem a melhorar com o tempo.

Algumas limitações apresentadas já haviam sido identificadas pela equipe do projeto e estão planejadas para projetos futuros, como permitir a edição de roteiros colaborativamente por mais um autor. Outras limitações, como as partes ricas ou pequenas para serem manipuladas em peças naturais ou sintéticas de tamanho real, também ocorrem no contexto de ensino e aprendizagem não apoiado por tecnologias interativas. Geralmente, essa limitação é contornada com o uso de imagens ampliadas, dada a facilidade de encontrar essas imagens nos diversos materiais impressos ou em conteúdos digitais em CDs ou na Internet. Porém, esta solução não resolve a limitação do problema para os estudantes cegos.

Limitação similar está relacionada às partes anatômicas internas de uma peça. Os professores costumam contorná-la da mesma forma, com o uso de imagens ampliadas ou com vários cortes durante as aulas teóricas. Em muitos casos, principalmente nas aulas práticas, eles usam uma peça física de tamanho real sem cortes e explicam as partes internas tomando como referência uma parte anatômica acessível na superfície da peça. Isso foi considerado no modelo e no protótipo dos sistemas prova de conceito (partes referenciadas). Mas, essa não é uma questão trivial nem mesmo no contexto sem alunos com necessidades específicas, e foi o requisito mais demorado para ser elucidado. Esse processo é muito dinâmico e os professores o fazem apontando as direções a partir da superfície da peça. Entretanto, não é fácil para os professores transformarem essa prática em texto para incluir em um sistema computacional, nem fácil para estudantes compreenderem sem a explicação com apontamentos feito pelo professor presencialmente.

Muitas limitações apresentadas para o protótipo do Anatome para acessibilidade a pessoas com deficiência visual podem ser contornadas com a disponibilização de uma variedade maior de peças físicas, como mencionado na

sessão 4.7⁸⁰, ou com a sua utilização com peças em outros formatos, conjugadas com outras tecnologias. Por exemplo, com peças tridimensionais digitais. Pessoas com baixa visão poderiam manipular as peças e partes: ampliar, girar, cortar, usando um computador para tal. Pessoas cegas e também as com baixa visão poderiam utilizar essas peças digitais tridimensionais juntamente com uma luva com sensores e atuadores que permitissem dar a sensação de toque, para eles poderem identificar a localização, formatos e outros atributos de partes anatômicas por meio da luva com esses atuadores.

Os exemplos aqui são relacionados ao público com deficiência visual, mas teríamos uma lista talvez interminável de tecnologias existentes ou que ainda podem vir a existir que podem ser utilizadas para implementação de tecnologias a partir dos modelos propostos.

Embora os protótipos tenham sido construídos para estudantes cegos, com baixa visão e sem deficiência, acredita-se que o protótipo do Anatome seja apropriado também para uso de estudantes com deficiência intelectual, com autismo e alunos com alguns tipos de deficiência física necessitando, possivelmente, pequenos ajustes. Sugere-se a realização de testes com usuários para verificar as mudanças necessárias para realizar esta possível adequação.

5.6. LIMITAÇÕES DOS PROTÓTIPOS IMPLEMENTADOS

Para cada sistema foi implementado um protótipo, sendo assim, eles não cobrem todas as características dos modelos e requisitos propostos no Capítulo 4. Eles ainda não foram desenvolvidos com os módulos propostos na Arquitetura (Modelo de interação; Serviços; Tecnologia de processamento e E/S), apresentada na FIGURA 14 (página 74). Isso porque a arquitetura foi concebida paralelamente à implementação, que inclusive auxiliou na sua concepção para favorecer a extensibilidade e acessibilidade do projeto. Os dois sistemas compartilham o repositório com os artefatos descritos na seção 4.3.1.1 (página 76): Peça genérica (digital), Roteiro digital, (A-LS) Roteiro de aprendizagem Anatome. Porém, estes ainda não armazenam o Log de ensino e aprendizagem das atividades dos usuários, como previsto na arquitetura Anatome, apresentada na FIGURA 14 (página 74).

⁸⁰ Foi citada a possibilidade de parceria com o [Departamento de Patologia - Telemedicina da USP](#), que está produzindo estruturas anatômicas com detalhes realísticos e ampliados a partir de peças digitais tridimensionais do corpo humano, que podem ser impressas com impressora 3D.

No protótipo Anatome-AT não foram atendidos os requisitos AT.09, AT.20, AT.22, AT.23, AT.24, AT.25 e AT.26. Foram atendidos parcialmente os requisitos: AT.01, AT.02, AT.03, AT.10, AT.15 e AT.18. Outra limitação do protótipo implementado é que ele não permite ao professor duplicar um A-LS. Isso será muito útil, por exemplo, para alterar somente o tempo para a realização das avaliações por estudantes que têm direito a mais tempo para realizar as atividades devido à uma deficiência ou necessidade educacional específica. Assim, o conteúdo e as peças usadas como referência de localização são as mesmas dos demais estudantes, alterando somente o tempo para a resolução das questões nas atividades de avaliação.

No protótipo Anatome não foram atendidos os requisitos PR.01, PR.02, PR.13, PR.14, PR.17, PR.20 e PR.22. Foram atendidos parcialmente os requisitos PR.03, PR.05, PR.06, PR.15, PR.18, PR.19 e PR.21. Não foram implementadas as atividades de Avaliação. Também, na atividade Treinamento, os conhecimentos estão sendo apresentados em ordem, e não de forma aleatória como deve ser. Outra limitação da versão implementada é não poder ocultar as instruções de uso das telas do Anatome.

5.7. CÓDIGO FONTE DO PROJETO ANATOME

Para facilitar a colaboração, o código fonte do projeto está disponível em:

<https://github.com/anatome-access>.

A versão do Anatome-AT aqui descrita e avaliada foi a 0.1.6, disponível em:

<https://github.com/anatome-access/site/tree/0.1.6>.

A versão do Anatome aqui descrita e avaliada foi a 0.1.4, disponível em:

<https://github.com/anatome-access/app/tree/0.1.4>.

A versão da API utilizada para comunicação dos dois sistemas acima com o Repositório compartilhado foi a 1.0.0, disponível em: <https://github.com/anatome-access/api/tree/1.0.0>.

6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Esta tese apresentou modelos e requisitos para nortear o desenvolvimento de tecnologias educacionais acessíveis para apoiar o estudo e treinamento em Anatomia. Os modelos e requisitos foram modelados com o objetivo de ser acessíveis aos usuários com ou sem deficiência, com ou sem necessidades específicas, de forma que todos usuários possam usar a mesma tecnologia.

A modelagem para todos foi realizada utilizando o Design contextual, técnicas do design participativo e análise do Desenho Universal da Aprendizagem (UDL). Foi apresentado o processo de ensino e aprendizagem de Anatomia, com as principais atividades realizadas pelos professores e estudantes. Também foi apresentado o processo de ensino e aprendizagem de Anatomia apoiado pelas tecnologias propostas para prover acessibilidade na aprendizagem da disciplina. O sistema modelado para apoiar a aprendizagem dos estudantes foi denominado “Anatome” e o sistema modelado para apoiar os professores na elaboração dos conteúdos a serem aprendidos foi denominado *Anatome Authoring Tool* (Anatome-AT).

A arquitetura proposta para integrar as tecnologias educacionais acessíveis foi apresentada e os módulos que compõem os sistemas foram descritos. O “Modelo de interação” é o módulo pedagógico, e os módulos “Serviços” e “Tecnologia de processamento e E/S” são os responsáveis por prover acessibilidade. Um repositório compartilhado também integra a arquitetura proposta, para armazenar os artefatos gerados e usados pelos sistemas.

Para o módulo pedagógico, foram descritos os modelos de interação elaborados com foco na identificação anatômica, atividade essencial na área de Anatomia, na qual encontramos os maiores problemas de acessibilidade. Também foram discutidas as possibilidades de implementação do módulo Serviços e Tecnologias de processamento e E/S, com foco na acessibilidade a usuários com diferentes deficiências ou necessidades específicas. Os protótipos dos sistemas prova de conceito foram implementados para apoiar o ensino e a aprendizagem de pessoas cegas, com baixa visão e sem deficiência, utilizando tecnologias livres e de baixo custo.

Os modelos e os requisitos elaborados e o protótipo dos sistemas prova de conceito foram avaliados positivamente, indicando que os objetivos desta tese foram alcançados. O contexto de ensino e aprendizagem de Anatomia foi compreendido. As

tecnologias acessíveis foram identificadas e modeladas. Elas são adequadas para apoiar a aprendizagem autônoma de estudantes com deficiência ou necessidades específicas e apoiar a elaboração personalizada de conteúdo pelos professores para as diversas disciplinas Anatomia nos diferentes cursos. Os protótipos dos sistemas foram implementados como prova de conceito e favorecem a autonomia na aprendizagem de identificação anatômica, sendo acessível aos estudantes cegos, com baixa visão e sem deficiência.

As avaliações indicaram também que nos contextos observados durante o projeto ou conhecidos pelos voluntários que participaram das avaliações, os professores não costumam disponibilizar cada conteúdo paralelamente em diferentes meios. Muitos professores não sabem como preparar um conteúdo acessível para pessoas com determinadas necessidades específicas. Sendo assim, é necessário a elaboração de orientações para professores na construção dos conteúdos acessíveis considerando as características da disciplina Anatomia⁸¹.

Muitas questões levantadas nas avaliações eram relativas a tecnologias usadas para a implementação, que ainda apresentam limitações. Para acessibilidade do protótipo Anatome deve-se testar novas tecnologias que forem surgindo, como TAGs NFC adesivas e leitor NFC com tamanho menor, que permita identificar partes anatômicas pequenas, próximas umas das outras, com melhor precisão de leitura; testar novas bibliotecas de reconhecimento de voz, que tenham melhor desempenho. Também, implementar outros serviços usando outras tecnologias de entrada e saída para prover acessibilidade para pessoas com outras deficiências ou necessidades específicas.

Os modelos e os requisitos elaborados nesta tese formam a base para o apoio ao ensino e à aprendizagem de Anatomia para todos. Eles, juntamente com os protótipos implementados, são o primeiro passo em direção a uma aprendizagem autônoma pelos estudantes com deficiência ou necessidades específicas. Os protótipos implementados podem apoiar a aprendizagem de uma parcela considerável de estudantes na aprendizagem de Anatomia, pois entre seus usuários-alvo estão os estudantes sem deficiência. Porém, considerando a diversidade dos usuários com

⁸¹ Um conteúdo que pode ser muito útil, mesmo não tendo sido elaborado considerando o contexto de Anatomia, é o [Manual de Acessibilidade em Documentos Digitais](#) [Manual de Acessibilidade em Documentos Digitais](#) (SALTON; AGNOL; TURCATTI, 2017), ficando a cargo do professor transpor os conhecimentos para elaborar conteúdos acessíveis para o contexto da Anatomia.

deficiência ou necessidades específicas, os protótipos foram testados apenas com usuários representativos de dois grupos: usuários com baixa visão e usuários cegos. Sendo assim, ainda há bastante trabalho para termos o Anatome-AT e o Anatome como sistemas adequados a toda a diversidade de usuários com deficiência ou necessidades específicas. Diversidade esta que deve ser mapeada, com as características dos usuários que influenciam na acessibilidade para a aprendizagem de Anatomia.

Uma primeira indicação de classificação de características de usuários que influenciam a acessibilidade nas atividades de aprendizagem de Anatomia foi realizada pelos professores e estudantes no grupo de foco da fase de design dos modelos e requisitos. Essa classificação ainda não foi analisada, e está prevista como trabalho futuro. Ela servirá para elaborar o guia de orientação para professores, de como construir conteúdos acessíveis para cada grupo de usuários; e para a equipe de desenvolvimento, para implementar módulos para prover acessibilidade para eles.

Como trabalhos futuros sugere-se *a)* a melhoria na implementação dos protótipos, adequando a arquitetura e incluindo as opções de configuração, as atividades de avaliação, a possibilidade de duplicação dos A-LS; *b)* classificação dos grupos de usuários com características que influenciam a acessibilidade na aprendizagem de Anatomia; *c)* implementação de novos serviços e uso de outras tecnologias de processamento e E/S para prover acessibilidade a estudantes com outras necessidades específicas e atendendo os requisitos não atendidos pelos protótipos atuais; *d)* a elaboração do guia de orientação para professores sobre a construção de conteúdos acessíveis de acordo com as características dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- ANATOGAMES. **Laboratório de Anatomia**. Disponível em: <<http://anatogames.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 8 nov. 2008.
- ANATOMAGE. **Anatome Table**. Disponível em: <<https://www.anatome.com/table/>>. Acesso em: 13 set. 2017.
- ANDERSON, J. R. Acquisition of cognitive skill. **Psychological review**, v. 89, n. 4, p. 369–406, 1982.
- ARAUJO, C. R. A. DE; ANTUNES, E. D. **Anatomia Humana**. Curitiba: Livro Técnico, 2011.
- BLOSSER, S. **How the models were made, Asian Aid for the blind**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=bbiTda3Hqhg>>. Acesso em: 13 jul. 2018.
- BRASIL. Decreto no 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 232, 03 dez. 2004, Seção 1, p. 5.
- CAST. **Princípios Orientadores do Desenho Universal da Aprendizagem**. Tradução de: [s.n.]. Wakefield, MA: Author, 2011b. Universal design for learning guidelines version 2.0. Disponível em: <<http://udlguidelines.cast.org/binaries/content/assets/udlguidelines/udlg-v2-0/udlg-graphicorganizer-v2-0-portuguese.pdf>>. Acesso em: 14 maio. 2018.
- ESCUREDO, R. C. et al. **Technologic 3D View Design of the Anatomical Structures with Teaching Purpose**. Proceedings of the 3rd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. **Anais...: TEEM '15**. New York, NY, USA: ACM, 2015. DOI. 10.1145/2808580.2808585. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2808580.2808585>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

FERREIRA, M. V. R. F. et al. **Anatome: Anatomy Teaching and Learning Designed for All**. {Proceedings of the 34th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing}. **Anais...**Limassol, Cyprus.: ACM, 2019. DOI.

10.1145/3297280.3297324. Disponível em:

<<http://doi.acm.org/10.1145/3297280.3297324>>. Acesso em: 14 maio 2019.

HOLTZBLATT, K.; BEYER, H. **Contextual Contextual: Design Evolved**. [S.l.]: Morgan & Claypool, 2014.

IDDC. **“What is inclusive education?”**. An International Disability and Development Consortium (IDDC) Seminar on Inclusive Education, Angra - India. 1-7 mar, 1998.

Disponível em: <http://www.eenet.org.uk/what_is_ie.php>. Acesso em: 10 Set. 2013.

LIVESCRIBE. **Livescribe Smartpens**. Disponível em:

<<http://www.livescribe.com/pt/smartpen/>>. Acesso em: 7 abr. 2013.

MÉNDEZ, J. A. J. et al. **Augmented Reality Techniques, Using Mobile Devices, for Learning Human Anatomy**. Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. **Anais...**: TEEM '14. New York, NY, USA: ACM, 2014. DOI. 10.1145/2669711.2669870.

Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2669711.2669870>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

MÉNDEZ, J. A. J. et al. **4D Visual Environment on Mobile Devices for Learning in the Human Anatomy Field**. Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. **Anais...**: TEEM '16. New York, NY, USA: ACM, 2016. DOI. 10.1145/3012430.3012558. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/3012430.3012558>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

MEYER, A.; ROSE, D. H.; GORDON, D. **Universal design for learning: Theory and practice**. Wakefield MA: CAST, 2014.

NETTER, F. H. **Atlas de anatomia humana**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

OMS. **Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde**. Lisboa: Organização Mundial da Saúde, 2004.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Interaction design: beyond human-computer interaction**. 4. ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 2015.

RIBEIRO, M. G. Vida como patrimônio, inclusão como conquista: educação e pesquisa no Museu de Ciências Morfológicas da UFMG. **Cadernos da CAADE - Coordenadoria Especial de Apoio e Assistência à Pessoas com Deficiência**, p. 52–58, 2010.

SAENZ, M. et al. FlexAR: anatomy education through kinetic tangible augmented reality. **ACM SIGGRAPH 2015 Posters**, v. Ago, p. 21–26, 2015. doi. 10.1145/2787626.2792629. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/2787626.2792629>>. Acesso em: 29 ago. 2016.

SALTON, B. P.; AGNOL, A. D.; TURCATTI, A. **Manual de Acessibilidade em Documentos Digitais**. Bento Gonçalves, RS: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, 2017.

SBA. **Sociedade Brasileira de Anatomia**. Disponível em: <<https://sbanatomia.org.br/>>. Acesso em: 14 jan. 2018.

SCHULTZ, E. P. B. **Fotografias tiradas para compor a tese**, 2019.

STEPHANIDIS, C. Design for all. In: SOEGAARD, M.; DAM, R. F. (Eds.). **The Encyclopedia of Human-Computer Interaction**. 2. ed. [s.l.] Aarhus: Interaction Design Foundation, 2012. Disponível em: <<https://sbanatomia.org.br/>>. Acesso em: 16 abr. 2017.

STORY, M. F.; MUELLER, J. L. Universal Design Performance Measures for Products to Support the Practice of Universal Design. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 48, p. 1116–1120, 2004. DOI. 10.1177/154193120404800808. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/154193120404800808>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

APÊNDICE 1 – ATIVIDADES PARA OS PARTICIPANTES DO GRUPO DE FOCO E PARA ORGANIZAÇÃO DO GRUPO DE FOCO PELOS PESQUISADORES

Foram elaboradas as atividades a serem entregues impressas aos participantes voluntários. Elas são apresentadas a seguir.

Roteiro de Atividades - Grupo de Foco

Atividade 1

Discuta com seu grupo: quais as necessidades específicas das pessoas que podem influenciar na elaboração dos conteúdos; na condução das aulas e na realização das avaliações de Anatomia. No final da atividade, deve ser entregue uma lista contendo as características dessas pessoas com uma breve descrição. Exemplo:

Pessoa cega: Pessoa privada do sentido da visão ou que tem comprometimento muito severo da capacidade visual, não percebendo o contorno, o tamanho, a forma e/ou as cores dos estímulos visuais.

Duração: 10 minutos.

Socialização: 10 minutos.

Atividade 2

Discuta com o seu grupo:

- Como os materiais de apoio à aprendizagem de Anatomia deveriam ser para que TODAS as pessoas pudessem identificar as estruturas, regiões e acidentes anatômicos das peças sem depender do auxílio de outras pessoas. Estes materiais podem ser usados para realizar atividades como as realizadas em aula, nas avaliações, e principalmente nas atividades de aprendizagem em horários extraclasse.
- Como deve ser um sistema para auxiliar o professor a elaborar esses materiais e conteúdos de acordo com as características de cada disciplina Anatomia, nos diferentes cursos.

Sintam-se livres para imaginar recursos existentes (para manipulação tátil, áudio, texto, braille, voz, sensores, softwares, equipamentos etc.) e, também, tecnologias e equipamentos que ainda não existem.

No final, cada equipe explicará sua solução proposta, de forma que todos possam sugerir melhorias.

Duração: 30 minutos.

Socialização: 10 minutos cada equipe.

Atividade 3

Discussão sobre os aspectos importantes para a aprendizagem de Anatomia apoiada por sistemas interativos. Com base nas atividades anteriores, vamos listar as características que os sistemas interativos devem ter para serem utilizados por todos, para estudarem Anatomia de forma autônoma.

Duração: 30 minutos.

Também foram elaboradas as atividades para facilitar a preparação e condução do grupo de foco pelos pesquisadores do projeto.

Roteiro de atividades para os aplicadores do grupo de foco

Preparação

- Pedir os participantes para trazerem um jaleco. Informar aos participantes que podem levar conteúdos e materiais que acham interessantes para o ensino e aprendizagem de Anatomia.
 - Providenciar:
 - canetas e papel para deixar nas bancadas.
 - luvas
 - máscaras para os participantes que desejarem usar.
 - Folha de papel A3 para escrever
 - Fita Adesiva para pregar as folhas na parede para escrever.
 - UDL em português
 - Declaração de participação.
 - Levar dinheiro já separado de cada participante para ressarcir o transporte.
 - Enviar atividades para as pessoas cegas para acessarem pelo celular (preferência deles, não quiseram impresso em braile)

TCLE GF: 20 cópias	TCLE material: 5	Perfis: 1 em A3
Recibo: 6	Recibo ampliado: 2	Lista de participantes : 1
Roteiro de estudo: 4	Roteiro de est. Ampliado: 1	
 - Arrumar as bancadas: peças, livros e atlas, canetas, folhas brancas, luvas
 - Entregar lista de participantes para a recepcionista, na portaria do setor de Ciências Biológicas.
 - Entregar a declaração de participação
 - Pagar o ressarcimento do transporte
 - Leitura e assinatura dos TCLEs
-
- Encéfalo
 - Tronco

NO DIA (todas):

- Arrumar as bancadas: peças, livros e atlas, canetas, folhas brancas, luvas
- Entregar lista de participantes para a recepcionista, na portaria do setor de Ciências Biológicas.
- Entregar a declaração de participação
- Pagar o ressarcimento do transporte
- Leitura e assinatura dos TCLEs

DURANTE AS ATIVIDADES

Orientações (para todas as equipes de uma única vez)

A primeira e segunda atividade serão realizadas em grupo. Separar o grupo de acordo com a deficiência ou experiência dos participantes.

Para uma bancada vão **(Grupo 1)**:

Para a outra bancada vão **(Grupo 2)**:

Apresentação dos envolvidos aplicadores e participantes:

- Participantes, intérpretes, acompanhantes.

Serão realizadas três atividades:

- Na primeira, vamos identificar as características das pessoas com necessidades específicas relevantes para o ensino e aprendizagem de Anatomia.
- Na segunda, vamos pensar em como devem ser materiais e conteúdos para que as pessoas possam utilizá-los de forma autônoma (sem depender de outras pessoas).
- Na terceira, vamos tentar unir as propostas apresentadas na atividade anterior.

ENTREGAR A FOLHA COM A EXPLICAÇÃO DAS ATIVIDADES PARA AS EQUIPES.

Atividade 1

LER A ATIVIDADE 1 NA FOLHA ENTREGUE PARA ELES

PEDIR PARA QUEM TROUXE **MATERIAL EXTRA**, COLOCAR SOBRE A BANCADA DE SEU GRUPO

_____ Início hh:mm Fim: _____

FOTOGRAFAR DURANTE A ATIVIDADE

FOTOGRAFAR LISTA DAS CARACTERÍSTICAS DE EQUIPES ANTES DA SOCIALIZAÇÃO.

APRESENTAR LISTA CARACTERÍSTICAS CIF.

Obs.: na socialização, será apresentada a classificação que chegamos pela análise da CIF para ver se tem alguma necessidade específica que não foi identificada (e precisa ser incluída), e para os participantes avaliarem se acham que precisa alguma mudança/melhoria.

FILMAR SOCIALIZAÇÃO

Atividade 2

LER A ATIVIDADE 2 NA FOLHA ENTREGUE PARA ELES

EXPLICAR (após finalizar a leitura da folha deles): Nesta atividade, vocês podem explorar os materiais disponibilizados na bancada do seu grupo e qualquer outro material ou conteúdo que tiver a sua disposição e achar pertinente (exemplo: celular, *tablet*, *e-book* etc).

ENTREGAR O ROTEIRO DE ESTUDO PRÁTICO.

LER O ROTEIRO DE ESTUDO PRÁTICO.

Sugestão: um integrante do grupo faz o papel de usuário e o outro integrante do grupo faz o papel do sistema interativo.

_____ Início hh:mm Fim: _____

FOTOGRAFAR

FILMAR SOCIALIZAÇÃO

ANOTAR pontos principais durante a apresentação da proposta de cada grupo.

Atividade 3

UNIR AS BANCADAS

ORGANIZAR OS PARTICIPANTES EM UM CÍRCULO GRANDE EM VOLTA DAS BANCADAS

LER A ATIVIDADE 3 NA FOLHA ENTREGUE PARA ELES

Obs.: na socialização, será apresentada a lista de requisitos que chegamos pela observação contextual e análise do desenho universal para aprendizagem, para inclusão de aspectos e para os participantes avaliarem se acham que precisa alguma mudança/melhoria.

FOTOGRAFAR

FILMAR SOCIALIZAÇÃO

_____ Início hh:mm Fim: _____

Ressarcimento do valor gasto com transporte.

APÊNDICE 2 – ROTEIRO DE ATIVIDADES E ENTREVISTA PARA AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS PROVA DE CONCEITO

As listas de atividades e entrevistas foram elaboradas de acordo com o perfil dos avaliadores: Professores, Estudantes sem deficiência, Estudantes com Deficiência visual (cegos e baixa visão). As perguntas das entrevistas estão após a descrição das respectivas atividades.

Participantes: **Professores**

Atividades Professores

Sistema: Anatome APP

Preparação:

- Configurações gerais do telefone, não do Anatome APP
 - Deixar tela vertical (não girar automaticamente)
 - Ligar no NFC
- Deixar o Anatome APP aberto

Experimento

- Recolher TCLE

Explicar que o(a) participante

- Vai avaliar os protótipos do projeto
 - Receber explicação de como é o APP
 - Vai poder explorar o APP por 10 minutos
 - Responder uma avaliação sobre o APP
 - Usar a Ferramenta de autoria
 - Responder uma avaliação sobre a Ferramenta de autoria

Explicar as possibilidades do APP (proposta para apoiar a aprendizagem dos estudantes):

- Modos de interação:
 - Estudo:** O sistema te dá as informações, mais ou menos como você faz para estudar usando livros e atlas.
 - Treinamento:** O sistema pergunta e você responde, é uma forma de você verificar o que você já assimilou.
- Tipo de conteúdo
 - Prático:** será usado o nome para a identificação anatômica, como acontece nas aulas práticas.
 - Teórico:** serão usados os conhecimentos teóricos para a identificação anatômica, similar ao que acontece nas aulas teóricas e teórico práticas.
- Sentido da localização
 - Conteúdo - Localização:** a partir do nome da parte ou do conhecimento teórico, é indicada a localização dela na peça física.
 - Localização - Conteúdo:** a partir da localização de uma parte anatômica na peça física, é indicado o nome ou o conhecimento teórico associado.

Mostrar as interações do APP:

Roteiro: Sistema Esquelético

- Mostrar as informações sobre as generalidades do roteiro, siglas de anatomia etc. no ícone *i* da parte inferior da tela do APP
- Estudo – Prático – Conteúdo – Localização
 - Mostrar como funciona com parte referenciada: **Nasal (2)** e **Lacrimar (2)**.
- Estudo – Prático – **Localização** - **Conteúdo**
 - Mostrar como funciona com parte referenciada: **parte 7** e a **parte 9**
- Estudo – **Teórico** – Localização - Conteúdo
- Estudo – Teórico – **Conteúdo** - **Localização**

Roteiro: Escápula

- **Treinamento – Prático – Conteúdo - Localização**
 - Fazer a atividade inteira
- **Treinamento – Prático – Localização - Conteúdo**
- **Treinamento – Teórico – Conteúdo - Localização**
- **Treinamento – Teórico – Localização - Conteúdo**

Ligar as demais opções de configuração entrada de dados do Anatome APP que não usou durante a interação. Opções disponíveis: digitação; entrada por voz; Leitura de etiquetas NFC.

Entrevista sobre o APP (Professores)

Data: _____ Hora: _____

Mostrar o outro protótipo, com *push button* e explicar sobre tecnologia.

Em sua opinião, qual o nível de adequação do APP Anatome para Treinar a identificação Anatômica referente às unidades de ensino da(s) disciplina(s) de Anatomia que você estudou quando aluno ou que ministra?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muito adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Adequado | <input type="checkbox"/> Inadequado |
| <input type="checkbox"/> Pouco adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Neutro | <input type="checkbox"/> Não sei |

Em sua opinião, qual o nível de adequação do APP Anatome para Treinar a identificação Anatômica em disciplinas de Anatomia nos diferentes cursos em que a Anatomia é ministrada (Medicina, Fisioterapia, Massoterapia, Medicina veterinária, Zootecnia etc.)?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muito adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Adequado | <input type="checkbox"/> Inadequado |
| <input type="checkbox"/> Pouco adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Neutro | <input type="checkbox"/> Não sei |

Em sua opinião, qual o nível de adequação do APP Anatome para Favorecer a autonomia do estudante para treinar a identificação anatômica?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muito adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Adequado | <input type="checkbox"/> Inadequado |
| <input type="checkbox"/> Pouco adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Neutro | <input type="checkbox"/> Não sei |

Percebe alguma limitação na proposta do APP?

- ☐ Não ☐ Sim. Qual(is)?

Comentários:

Sistema: Anatome AT (Ferramenta de autoria)

Entregar o Roteiro de Sistema Ósseo

Pedir para criar roteiro Chamado sistema ósseo – Massoterapia – Anatomia I, incluindo as peças Meu crânio, Meu Úmero e Minha Escápula (Criar) selecionando o conteúdo do arquivo do Word.

Mostrar carregar outras MÍDIAS.

Mostrar carregar outras MÍDIAS.

Criar um roteiro de sistema cardiovascular – PRÁTICO – Explicar implementações futuras (CARREGAR IMAGEM DE PEÇA)

Entrevista sobre o Ferramenta de Autoria (Professores)

Data: _____ Hora: _____

Mostrar o outro protótipo, com push button e explicar sobre tecnologia.

Em sua opinião, qual o nível de adequação da Ferramenta de autoria para Criar conteúdos referente às unidades de ensino da(s) disciplina(s) de Anatomia que você ministra?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muito adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Adequado | <input type="checkbox"/> Inadequado |
| <input type="checkbox"/> Pouco adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Neutro | <input type="checkbox"/> Não sei |

Em sua opinião, qual o nível de adequação da Ferramenta de autoria para Criar conteúdos específicos para a(s) disciplina(s) de Anatomia que você ministra?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muito adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Adequado | <input type="checkbox"/> Inadequado |
| <input type="checkbox"/> Pouco adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Neutro | <input type="checkbox"/> Não sei |

Em sua opinião, qual o nível de adequação da Ferramenta de autoria para Criar conteúdos específicos para as disciplina de Anatomia nos diferentes cursos em que a Anatomia é ministrada (Medicina, Fisioterapia, Massoterapia, Medicina veterinária, Zootecnia etc.)?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muito adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Adequado | <input type="checkbox"/> Inadequado |
| <input type="checkbox"/> Pouco adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Neutro | <input type="checkbox"/> Não sei |

Em sua opinião, qual o nível de adequação da Ferramenta de autoria para Criar conteúdo acessível aos estudantes cegos, com baixa visão e sem deficiência?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muito adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Adequado | <input type="checkbox"/> Inadequado |
| <input type="checkbox"/> Pouco adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Neutro | <input type="checkbox"/> Não sei |

Em sua opinião, qual o nível de adequação da Ferramenta de autoria para Favorecer a autonomia do estudante para treinar a identificação anatômica?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muito adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Adequado | <input type="checkbox"/> Inadequado |
| <input type="checkbox"/> Pouco adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Neutro | <input type="checkbox"/> Não sei |

Percebe alguma limitação na proposta da Ferramenta de autoria?

- ☐ Não ☐ Sim. Qual(is)?

Comentários:

Participantes: **Estudantes sem deficiência**

Atividades Estudantes sem deficiência

Sistema: Anatome APP

Preparação:

- Configurações gerais do telefone, não do APP
 - Deixar tela vertical (não girar automaticamente)
 - Ligar no NFC
- Deixar o APP Anatome aberto

Experimento

- Recolher TCLE

Explicar que ele(a) vai receber explicação do APP, vai explorar livremente por 30 minutos e, depois, entrevista.

Explicar as possibilidades do APP (proposta p/ apoiar o ensino e treinamento de identificação anatômica pelos estudantes):

- Modos de interação:
 - Estudo:** O sistema te dá as informações, mais ou menos como você faz para estudar usando livros e atlas.
 - Treinamento:** O sistema pergunta e você responde, é uma forma de você verificar o que você já assimilou.
- Tipo de conteúdo
 - Prático:** será usado o nome para a identificação anatômica, como acontece nas aulas práticas.
 - Teórico:** serão usados os conhecimentos teóricos para a identificação anatômica, similar ao que acontece nas aulas teóricas e teórico-práticas.
- Sentido da localização
 - Conteúdo - Localização:** a partir do nome da parte ou do conhecimento teórico, é indicada a localização dela na peça física.
 - Localização - Conteúdo:** a partir da localização de uma parte anatômica na peça física, é indicado o nome ou o conhecimento teórico associado.

Mostrar as interações do APP:

- Mostrar as informações sobre as generalidades do roteiro, siglas de anatomia etc. no ícone *i* da parte inferior da tela do APP
- Estudo – Prático – Conteúdo – Localização
 - Mostrar como funciona com parte referenciada: **Nasal (2)** e **Lacrimar (2)**.
- Estudo – Prático – **Localização - Conteúdo**
 - Mostrar como funciona com parte referenciada: **parte 7** e a **parte 9**
- Estudo – **Teórico** – Localização - Conteúdo
- Estudo – Teórico – **Conteúdo - Localização**

Escápula

- **Treinamento – Prático** – Conteúdo - Localização
 - Fazer a atividade inteira
- Treinamento – Prático – **Localização - Conteúdo**
- Treinamento – **Teórico** – Conteúdo - Localização
- Treinamento – Teórico – **Localização - Conteúdo** (Esse é bem interessante)

Mostre os recursos não utilizados (NFC, Voz, talkback)

Deixe-o(a) explorar livremente.

Entrevista sobre o APP (Estudantes SEM deficiência)

Data: _____ Hora: _____

Mostrar o outro protótipo, com *push button* e explicar sobre tecnologia.

Em sua opinião, qual o nível de adequação do APP Anatome para Treinar a identificação Anatômica referente às unidades de ensino da(s) disciplina(s) de Anatomia que você estudou (sistema ósseo, sistema muscular etc.)?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muito adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Adequado | <input type="checkbox"/> Inadequado |
| <input type="checkbox"/> Pouco adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Neutro | <input type="checkbox"/> Não sei |

Em sua opinião, qual o nível de adequação do APP Anatome para Treinar a identificação Anatômica em disciplinas de Anatomia nos diferentes cursos em que a Anatomia é ministrada (Medicina, Fisioterapia, Massoterapia, Medicina veterinária, Zootecnia etc.)?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muito adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Adequado | <input type="checkbox"/> Inadequado |
| <input type="checkbox"/> Pouco adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Neutro | <input type="checkbox"/> Não sei |

Em sua opinião, qual o nível de adequação do APP Anatome para Favorecer a autonomia do estudante para treinar a identificação anatômica?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muito adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Adequado | <input type="checkbox"/> Inadequado |
| <input type="checkbox"/> Pouco adequado | <input type="checkbox"/> Pouco inadequado |
| <input type="checkbox"/> Neutro | <input type="checkbox"/> Não sei |

Percebe alguma limitação na proposta do APP?

- ☐ Não ☐ Sim. Qual(is)?

Comentários:

Participantes: **Estudantes cegos e com baixa visão**

Atividades Estudantes Cegos ou com Baixa Visão

Sistema: Anatome APP

Preparação:

- Configurações gerais do telefone, não do APP
 - Deixar tela vertical (não girar automaticamente)
 - Ligar no NFC
- APP (entradas)
 - NFC
- Ligar o talkback do telefone

GERAL

- Se ele mudar o tipo de leitura, pedir para voltar para PADRÃO. ou deixa-lo selecionar o que ele quiser, mas quando não estiver funcionando algo, pedir para voltar para PADRÃO.
- Quando for entrada de voz, ligar a opção de exibir texto alternativo.

- Deixar o APP Anatome aberto

Experimento

- Recolher TCLE

Explicar que ele vai usar o APP junto com as peças. Entregar as peças para ele manipular.

Entregar o celular ao estudante e orientá-lo durante a interação.

- Explicar qual a posição do botão “voltar” do telefone (esquerda inferior da tela)
- Explicar: Roteiros são as unidades de ensino que o professor preparou para o estudante aprender
- Veja quais são os roteiros e selecione o roteiro sistema ósseo

Pedir ao usuário: Abra as opções que estão sendo explicadas

- Modos de interação:
 - Estudo:** O sistema te dá as informações, mais ou menos como você faz para estudar usando livros e atlas.
 - Treinamento:** O sistema pergunta e você responde, é uma forma de você verificar o que você já assimilou.
- Tipo de conteúdo
 - Prático:** será usado o nome para a identificação anatômica, como acontece nas aulas práticas.
 - Teórico:** serão usados os conhecimentos teóricos para a identificação anatômica, similar ao que acontece nas aulas teóricas e teórico-práticas.
- Sentido da localização
 - Conteúdo - Localização:** a partir do nome da parte ou do conhecimento teórico, é indicada a localização dela na peça física.
 - Localização - Conteúdo:** a partir da localização de uma parte anatômica na peça física, é indicado o nome ou o conhecimento teórico associado.

Depois das explicações iniciais, pedir ao usuário (fazer isso tudo observando e, se ele fizer algo errado, indique como consertar para voltar para o fluxo):

- Mostrar as informações sobre as generalidades do roteiro, siglas de anatomia etc. no ícone *i* da parte inferior da tela do APP
- Estudo – Prático – Conteúdo – Localização
 - Explicar que as partes que tem **(2)** após o nome são as partes **pares** dos ossos do crânio.
 - Mostrar como funciona com parte referenciada: **Nasal (2)** e **Lacrimar (2)**.
Quando ele selecionar **nasal**, levar a **mão dele** no lacrimal. Quando ele selecionar o **lacrimal**, levar a **mão dele** no nasal.
- Estudo – Prático – **Localização - Conteúdo**
 - Mostrar como funciona com parte referenciada: **parte 7** e a **parte 9**
 - Quando selecionar a **parte 9**, levar a **mão dele** da **Concha nasal inferior**, o **Vômer** e **Palatino**.

Escápula

- Estudo – **Teórico** – Localização - Conteúdo
- Estudo – Teórico – **Conteúdo – Localização**

Dê 5 minutos para a pessoa estudar a escápula da forma que quiser, para depois testar o treinamento (fale o objetivo é que ele acerte só algumas partes, porque o objetivo é testar a ferramenta).

- **Treinamento – Prático – Conteúdo - Localização**
 - Fazer a atividade inteira
- Treinamento – Prático – **Localização - Conteúdo**
- Treinamento – **Teórico – Conteúdo - Localização**
- Treinamento – Teórico – **Localização - Conteúdo**

Deixe-o aluno explorar o APP como desejar por 5 a 10 minutos.

Entrevista (Estudantes com Deficiência Visual)

DV: Deficiência Visual C: Cego BV: Baixa Visão

Data: _____

Hora: _____

Em relação às tecnologias utilizadas, quais outras tecnologias você sugeriria utilizar em “vez de” ou “além” das etiquetas NFC, etiqueta braille e celular, como utilizados no protótipo?

Mostrar o outro protótipo, com *push button* e explicar sobre tecnologia.

Vamos agora avaliar a proposta de interação do APP, para verificar se vale a pena investir nessas tecnologias ou em outras usando a mesma proposta. Considere que as etiquetas NFC fossem pequenas e o celular as lesse com precisão e a compreensão da fala fosse adequada.

Em sua opinião, qual o nível de adequação do APP Anatome para fornecer conteúdo acessível aos estudantes com deficiência visual?

- () Muito adequado () C () BV
 () Pouco adequado () C () BV
 () Neutro () C () BV
 () Pouco inadequado () C () BV
 () Pouco inadequado () C () BV
 () Não sei () C () BV

Em sua opinião, qual o nível de adequação do APP Anatome para favorecer a autonomia do estudante para treinar a identificação anatômica?

- () Muito adequado () C () BV
 () Pouco adequado () C () BV
 () Neutro () C () BV
 () Pouco inadequado () C () BV
 () Pouco inadequado () C () BV
 () Não sei () C () BV

Percebe alguma limitação na proposta do APP?

- () Não () Sim. Qual(is)?

Comentários: